

LUIS GUILHERME SENSI

**Efeito da unidade de fotoativação (halógena/leds)  
no selamento marginal de restaurações  
de resina composta.**

FLORIANÓPOLIS  
2003

LUIS GUILHERME SENSI

**Efeito da unidade de fotoativação (halógena/leds)  
no selamento marginal de restaurações  
de resina composta.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração: Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Sylvio Monteiro Junior  
Co-Orientador: Prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri

FLORIANÓPOLIS  
2003

LUIS GUILHERME SENSI

**EFEITO DA UNIDADE DE FOTOATIVACÃO (HALÓGENA/LEDS) NO  
SELAMENTO MARGINAL DE RESTAURAÇÕES DE RESINA COMPOSTA.**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de MESTRE EM ODONTOLOGIA - ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DENTÍSTICA e aprovada em sua forma final pelo programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Florianópolis, 02 de dezembro de 2003.

---

Prof. Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada  
*Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia*

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Sylvio Monteiro Junior  
Orientador

---

Prof. Dr. Elito Araújo  
Membro

---

Prof. Dr. Flávio Fernando Demarco  
Membro

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida, pelo que fui, sou e serei, e por ter permitido que eu chegasse até aqui.

Aos meus pais, pelo apoio, pela compreensão, e por me darem a oportunidade de realizar meus sonhos.

Aos meus afilhados Luís Felipe e Lucas, por me inspirarem e me renovarem constantemente, e aos meus familiares.

A Tayanna Hawerorth Roesner, pelo apoio, por estar sempre ao meu lado e principalmente pelo amor incondicional e também aos seus pais pelo incentivo e pelo acolhimento carinhoso.

Aos amigos e colegas de mestrado Beatriz, Danilo, Fabiano Araújo, Fabiano Marson, Isana, Paula, Renata, Saulo e Sérgio, pela amizade, pela convivência e pela troca constante de conhecimentos e experiências.

Ao Professor Dr. Sylvio Monteiro Junior, meu orientador, e ao Professor Dr. Luiz Narciso Baratieri, meu co-orientador, expresso toda a minha admiração e respeito. Agradeço do fundo do coração pela amizade, pelo carinho, pela oportunidade de conviver ao seu lado e pela cumplicidade. Pelo apoio, pelo incentivo, pelas oportunidades proporcionadas, pela confiança e por terem acreditado em meu trabalho. Pela orientação segura, por me mostrarem sempre o melhor caminho a ser seguido. Pelo exemplo, por inspirarem em mim a vontade continua de crescer e ser uma pessoa melhor. Por todos os ensinamentos transmitidos, técnicos e principalmente os ensinamentos sobre a vida. Por tudo que aprendi e por todos os momentos que dividimos. Muito Obrigado.

Aos Professores Dr. Luiz Clóvis Cardoso Vieira, Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrade e Dr. Élio Araújo, agradeço pela amizade, pelos ensinamentos, pelas palavras de incentivo, pela confiança, pelo exemplo e pelos agradáveis momentos compartilhados.

Aos professores, César Alves de Andrade, Cléo Nunes de Souza, João Sanford Lins e Luis Antônio Felipe pelos momentos compartilhados durante o estágio de docência.

Aos colegas do doutorado, Gilberto, Édson, Guilherme, Alfredo, Marcelo, Miriam e Elaine pela convivência agradável.

A Dona Léa e ao Richard pela amizade, carinho e atenção que sempre me demonstraram.

Aos meus amigos Fábio Andretti e Renan Belli pela sua amizade, pelo carinho e pela inestimável colaboração em nossos projetos.

SENSI, Luis Guilherme. **Efeito da unidade de fotoativação (halógena/leds) no selamento marginal de restaurações de resina composta**. 2003. 87f. Dissertação (Mestrado em Odontologia - opção Dentística) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa, *in vitro*, foi avaliar o efeito da unidade de fotoativação (halógena ou Led) no selamento marginal de restaurações de resina composta. Quarenta molares humanos recém-extraídos foram preparados com cavidades de Classe V em forma de caixa com medidas padronizadas de 3,0mm (mesial-distal), 2,0mm (oclusal-gengival) e 2,0mm de profundidade, com margens localizadas em esmalte e dentina. As cavidades foram restauradas com o sistema adesivo Single Bond e a resina composta Filtek Z250 (3M-ESPE) e aleatoriamente divididos em 4 grupos de acordo com a unidade de fotoativação utilizada (n=10): G1- Optilux 501 (Demetron), uma lâmpada halógena que foi utilizada como controle; G2- Elipar Freelight (3M-ESPE); G3- Ultra Lume LED 2 (Ultradent); G4- L.E.Demetron I (Demetron-Kerr), como as unidades de fotoativação LED. Após 24h imersos em água destilada os espécimes foram termociclados (1000x, entre 5° e 55°C, 30s) e imersos em uma solução de fucsina básica a 0,5% por 24h. As restaurações foram então seccionadas longitudinalmente e a microinfiltração avaliada utilizando uma escala de 0 a 3. Os resultados foram submetidos a análise estatística através do teste de *Kruskal-Wallis* com um nível de confiança de 95% ( $p < 0,05$ ). A mediana dos escores de microinfiltração foi zero para todos os grupos avaliados. Não foram observadas diferenças estatísticas entre os grupos tanto para as margens em esmalte ( $p = 0,8806$ ) como para as margens em dentina ( $p = 0,2764$ ). Concluiu-se que a variação da unidade de fotoativação não resultou em diferenças com relação ao selamento marginal de restaurações de Classe V com resina composta.

Palavras-chave: Led. Microinfiltração. Fotopolimerização. Fotoativação. Resina Composta. Lâmpadas Halógenas. Unidades de Fotopolimerização.

SENSI, Luis Guilherme. **Efeito da unidade de fotoativação (halógena/leds) no selamento marginal de restaurações de resina composta**. 2003. 87f. Dissertação (Mestrado em Odontologia - opção Dentística) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

### ABSTRACT

The purpose of this *in vitro* study was to evaluate the effect of different light curing units (QTH or LED) on the marginal sealing of composite restorations. Forty freshly extracted human molars were prepared with standardized box-shaped Class V cavities of 3.0mm (mesial-distal), 2.0mm (occlusal-gingival) and 2.0mm depth with margins placed on enamel and dentin on the buccal or lingual surfaces. The cavities were restored with Single Bond adhesive system and Filtek Z250 composite (3M-ESPE) and randomly assigned to one of the light curing units (n=10): G1- Optilux 501 (Demetron-Kerr), a quartz tungsten halogen curing unit used as a control; G2- Elipar Freelight (3M-ESPE); G3- Ultra Lume LED 2 (Ultradent); G4- L.E.Demetron I (Demetron-Kerr) as the Led units. After 24h immersed in tap water the specimens were thermocycled (1000x, 5°-55°C, 30s dwell time) and immersed in a 0.5% basic fuchsin solution for 24 hours. The restorations were sectioned longitudinally and evaluated for microleakage using a 0-3 scale. Data were subjected to Kruskal-Wallis test at  $p < 0.05$ .

Results: Median of microleakage was zero for all groups and margins evaluated. No statistical difference were observed between the groups both for enamel ( $p = 0.8806$ ) and dentin ( $p = 0.2764$ ) margins.

Conclusion: Variation of the light curing unit did not result in differences regarding the marginal sealing of Class V composite restorations.

Keywords: Light Emitting Diodes. Microleakage. Photopolymerization. Photoactivation. Composite Resin. Quartz Tungsten Halogen Lights. Light Curing Units.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Dentes extraídos e selecionados	50
FIGURA 2 - a) brocas utilizadas para realização dos preparos; b) turbina de alta rotação; c) execução do preparo cavitário	51
FIGURA 3 - Medidas do preparo cavitário: a) altura; b) largura; c) tamanho da ponta ativa da broca 330; d) profundidade	51
FIGURA 4 - Preparo cavitário concluído	52
FIGURA 5 - Ácido fosfórico a 35% (Scotchbond Etchant Gel)	53
FIGURA 6 - Condicionamento ácido: a) em esmalte; b) em dentina superficial; c) em dentina profunda	53
FIGURA 7 - a) lavagem da cavidade; b) cavidade limpa; c) secagem da cavidade	54
FIGURA 8 - Sistema adesivo Single Bond	54
FIGURA 9 - a) aplicação do sistema adesivo; b) fotopolimerização do sistema adesivo	55
FIGURA 10 - Resina composta Filtek Z250	55
FIGURA 11 - Execução da restauração: a) incremento de resina composta; b) inserção da resina composta na cavidade; c) fotopolimerização da resina composta; d) aspecto da restauração concluída, antes do acabamento	56
FIGURA 12 - Unidades de fotoativação utilizadas: a) Optilux 501; b) Elipar FreeLight; c) Ultralume; d) L.E.Demetron	56
FIGURA 13 - a) procedimento de acabamento; b) aspecto da restauração concluída	57
FIGURA 14 - Máquina de termociclagem	58
FIGURA 15 – Espécime impermeabilizado	58
FIGURA 16 - Máquina de cortes Isomet	61
FIGURA 17 - Seccionamento do espécime	61
FIGURA 18 - Escores para análise da microinfiltração (E=esmalte; D=dentina)	62
FIGURA 19 - Escores de microinfiltração predominantes: a) restauração com valor de infiltração 0 em esmalte e dentina; b) restauração com valor de infiltração 1 em esmalte e dentina	68

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Resultados do teste de microinfiltração para as margens em esmalte. \_\_\_\_\_ 65

TABELA 2 - Comparação entre os grupos estudados através do Teste de *Kruskal-Wallis* para as margens em esmalte. \_\_\_\_\_ 66

TABELA 3 - Resultados do teste de microinfiltração para as margens em dentina. \_\_\_\_\_ 67

TABELA 4 - Comparação entre os grupos estudados através do teste de *Kruskal-Wallis* para as margens em dentina. \_\_\_\_\_ 68

TABELA 5 - Resultados do teste de microinfiltração comparando as margens em esmalte e dentina. \_\_\_\_\_ 69

TABELA 6 - Comparação entre os grupos estudados através do teste de Wilcoxon comparando as margens em esmalte e dentina. \_\_\_\_\_ 70

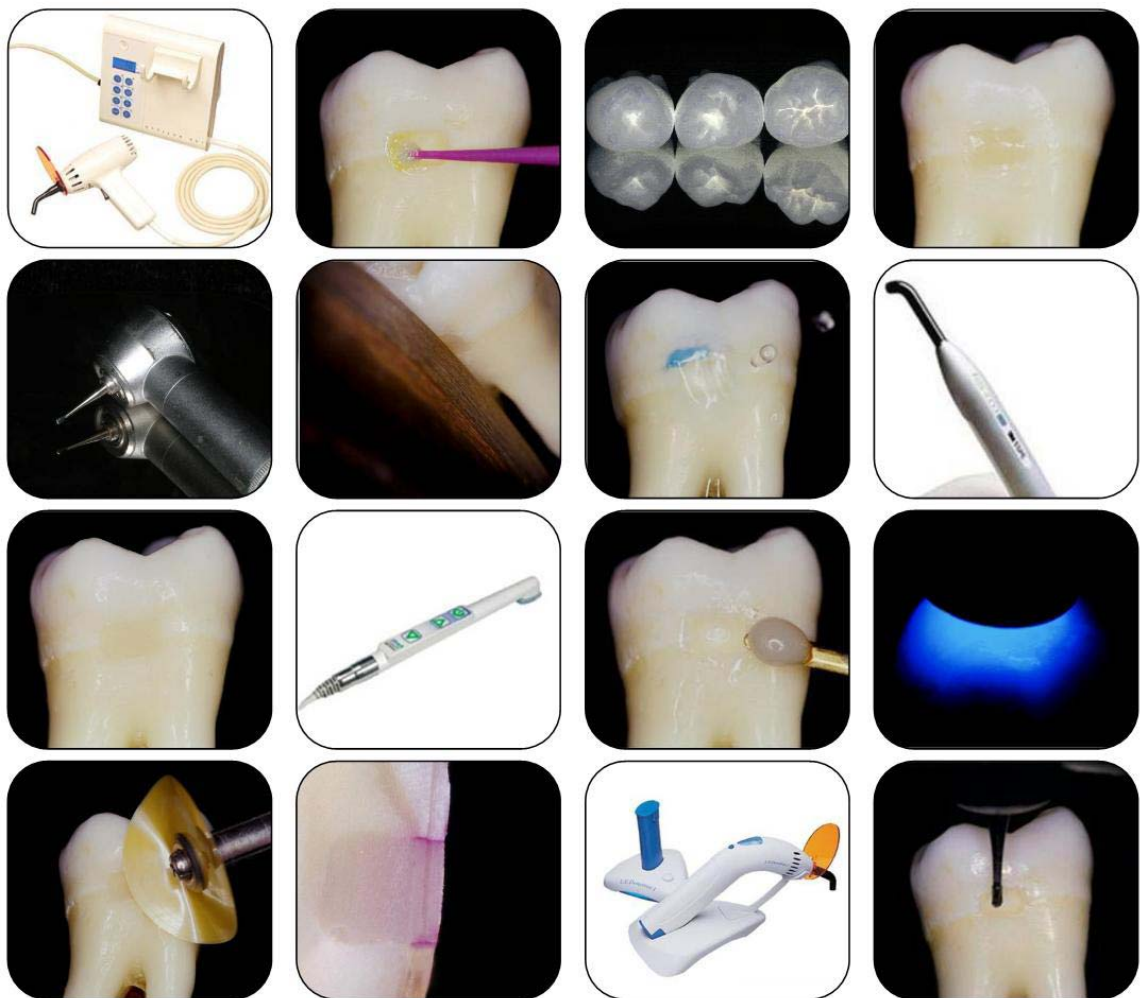


## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

°C	grau Celsius
h	horas
Led	light emitting diode (diodo emissor de luz)
LH	luz halógena
min	minutos
mm	milímetros
mW	miliWatts
mW/cm <sup>2</sup>	miliWatts por centímetro quadrado
nm	nanômetros
rpm	rotações por minuto
s	segundos
X	vezes

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>18</b>
2.1 Unidades de fotoativação – Leds	18
2.2 Microinfiltração e fotopolimerização	35
<b>3 PROPOSIÇÃO</b>	<b>48</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>50</b>
4.1 Seleção dos dentes	50
4.2 Preparo cavitário	51
4.3 Procedimentos restauradores	53
4.4 Termociclagem	58
4.5 Impermeabilização	59
4.6 Infiltração com solução de fucsina básica a 0,5%	60
4.7 Seccionamento dos espécimes	61
4.8 Análise da microinfiltração	62
4.9 Análise estatística	63
<b>5 RESULTADOS</b>	<b>65</b>
<b>6 DISCUSSÃO</b>	<b>72</b>
<b>7 CONCLUSÃO</b>	<b>80</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>82</b>



*Introdução*

## 1 INTRODUÇÃO

Quando da sua introdução na década de 1960, as resinas compostas apresentavam ativação através de uma reação química, em que a polimerização ocorria pela mistura de uma pasta catalisadora e uma pasta base. Porém, esses materiais apresentavam uma série de inconvenientes, entre eles uma alta contração de polimerização, baixa resistência ao desgaste, manchamento superficial além de poucas possibilidades estéticas.

No início da década de 1970, o sistema de ativação química foi substituído por um sistema de ativação física, através da irradiação com luz ultravioleta. A polimerização através desse sistema apresentava vários inconvenientes como uma profundidade de cura limitada (LEE; ORLOWSKI; ROGERS, 1976) além do alto risco de causar danos ao clínico e ao paciente (BIRDSSELL; BANNON; WEBB, 1977). Estes problemas só seriam superados pela introdução em 1978 dos sistemas que utilizam luz visível no espectro azul (BASSIOUNY; GRANT, 1978), e que são amplamente utilizados até os dias de hoje.

A introdução dos sistemas ativados por luz visível representou uma verdadeira revolução para a Odontologia, uma vez que estes sistemas apresentam inúmeras vantagens quando comparadas aos sistemas quimicamente ativados como o maior tempo de trabalho, controlado pelo próprio profissional; a fácil manipulação e inserção na cavidade; um maior grau de polimerização; a menor inclusão de bolhas de ar; maior profundidade de cura; estabilidade de cor; menor contração de polimerização; melhores propriedades físicas, químicas e mecânicas além de inúmeras possibilidades estéticas (CAUGHMAN; RUEGGERBERG; CURTIS, 1995).

O mecanismo de polimerização das resinas compostas envolve agentes fotossensíveis presentes em suas formulações, responsáveis pela iniciação da reação de polimerização e que, na maioria dos sistemas que utilizam luz visível é a canforoquinona (TAIRA et al., 1988). As canforoquinonas possuem um nível de sensibilização pela luz em um comprimento de onda específico entre 450 e 500 nm (COOK, 1982), que corresponde à faixa de luz azul do espectro visível, com pico de absorção em 468 nm (SHORTALL; HARRINGTON, 1996). Quando as resinas compostas são expostas a uma fonte emissora de luz em um comprimento de onda compatível com a faixa de absorção da canforoquinona, esta passa para um estado excitado e reage com aminas, resultando na formação de radicais livres. Os radicais livres iniciam a polimerização a partir da quebra das ligações duplas de carbono ( $C=C$ ) das cadeias de monômeros, ativando uma reação em seqüência, pois a quebra desta ligação dupla resulta em um elétron livre que procura por outras ligações duplas para reagir e, assim, sucessivamente a reação de polimerização ocorre.

Desta maneira, a ativação da reação de polimerização das resinas compostas através da sua exposição a uma fonte de luz visível, passou a constituir-se em um expediente essencial e indispensável na rotina da clínica restauradora (BARGHI; BERRY; HATTON, 1994).

As unidades de fotoativação que vem sendo convencionalmente utilizadas para a fotopolimerização das resinas compostas são aquelas que utilizam como fonte de luz uma lâmpada halógena. A geração de luz nestas unidades ocorre através do aquecimento, pela passagem da corrente elétrica, de um filamento de tungstênio que gera luz branca. Esta deve passar por um filtro ótico permitindo somente a passagem de luz em um comprimento de onda entre 400 e 520 nm (STRASSLER, 1992), resultando em um espectro de luz azul policromático e mais amplo do que o requerido pela canforoquinona (FLEMING; MAILLET,

1999). Apesar da sua popularidade, estas unidades possuem desvantagens inerentes ao seu funcionamento e com o tempo e uso podem ocorrer variações na eficiência destas unidades causadas por diversos fatores, tais como, oscilações na voltagem da corrente elétrica (FAN et al., 1987; TAKAMIZU et al., 1988), degradação do bulbo e do refletor (FRIEDMAN, 1989), filtros quebrados ou danificados (MIYAZAKI et al., 1998), contaminação ou quebra das pontas refletoras (POLLACK; LEWIS, 1981) e geração excessiva de calor (FRIEDMAN, 1991). Devido a sua utilização de maneira intermitente, a vida útil destas lâmpadas é bastante limitada sendo apenas de 30 a 50 h de uso contínuo (RUEGGEBERG, 1999). Estas variações com relação à eficiência das unidades de ativação que utilizam lâmpadas halógenas podem levar a redução da efetividade da polimerização e a consequências clínicas indesejáveis que aumentam o risco de falhas prematuras ocorrerem, diminuindo assim a longevidade clínica dos procedimentos restauradores (RUEGGEBERG; CAUGHMAN; CURTIS, 1994).

Como a adequada polimerização de materiais fotoativados como as resinas compostas fotopolimerizáveis depende principalmente das características e do tipo da unidade de fotoativação utilizada, um modo para alcançar propriedades melhores da restauração final fotopolimerizada é o aperfeiçoamento das unidades de fotoativação. Assim, a inconstância das unidades convencionais de fotoativação levou ao desenvolvimento de alternativas para a polimerização das resinas compostas e, recentemente, foram introduzidas no mercado odontológico as unidades de fotoativação que utilizam como fonte de luz *Light Emmiting Diodes* (Leds), que são diodos emissores de luz.

Os Leds são semicondutores que transformam energia elétrica em luz azul pura, não sendo necessária a utilização de filtros (MILLS; JANDT; ASHWORTH, 1999). Estas unidades possuem várias vantagens quando comparadas às unidades convencionais. Os Leds

atuam em uma faixa mais estreita do comprimento de luz, entre 450 e 490 nm, com pico próximo a 470 nm. Esta faixa de emissão coincide com a faixa de comprimento de onda de absorção da canforoquinona, o agente fotoiniciador utilizado na maioria das resinas compostas. Estas unidades ainda produzem menos calor, dispensando a necessidade de um ventilador; possuem vida útil de aproximadamente 10000 h além de não degradarem com o tempo e com a utilização contínua; são portáteis, mais leves e mais silenciosos, constituindo-se em uma alternativa promissora para a fotoativação das resinas compostas sem apresentar as desvantagens inerentes às unidades convencionais de luz halógena.

Como o sucesso das restaurações depende, entre outros fatores, da sua adequada fotopolimerização, a efetividade das unidades de fotoativação, incluindo a intensidade e o espectro de emissão de luz, tem sido considerado o fator mais relevante e importante para a obtenção de uma polimerização adequada (NOMOTO, 1997), uma vez que variações na efetividade e nos valores de intensidade podem promover alterações negativas com relação à qualidade da polimerização, resultando em taxas de polimerização inadequadas, influenciando também o selamento marginal e as propriedades físicas, químicas e mecânicas das resinas compostas (SINHORETI et al., 2003).

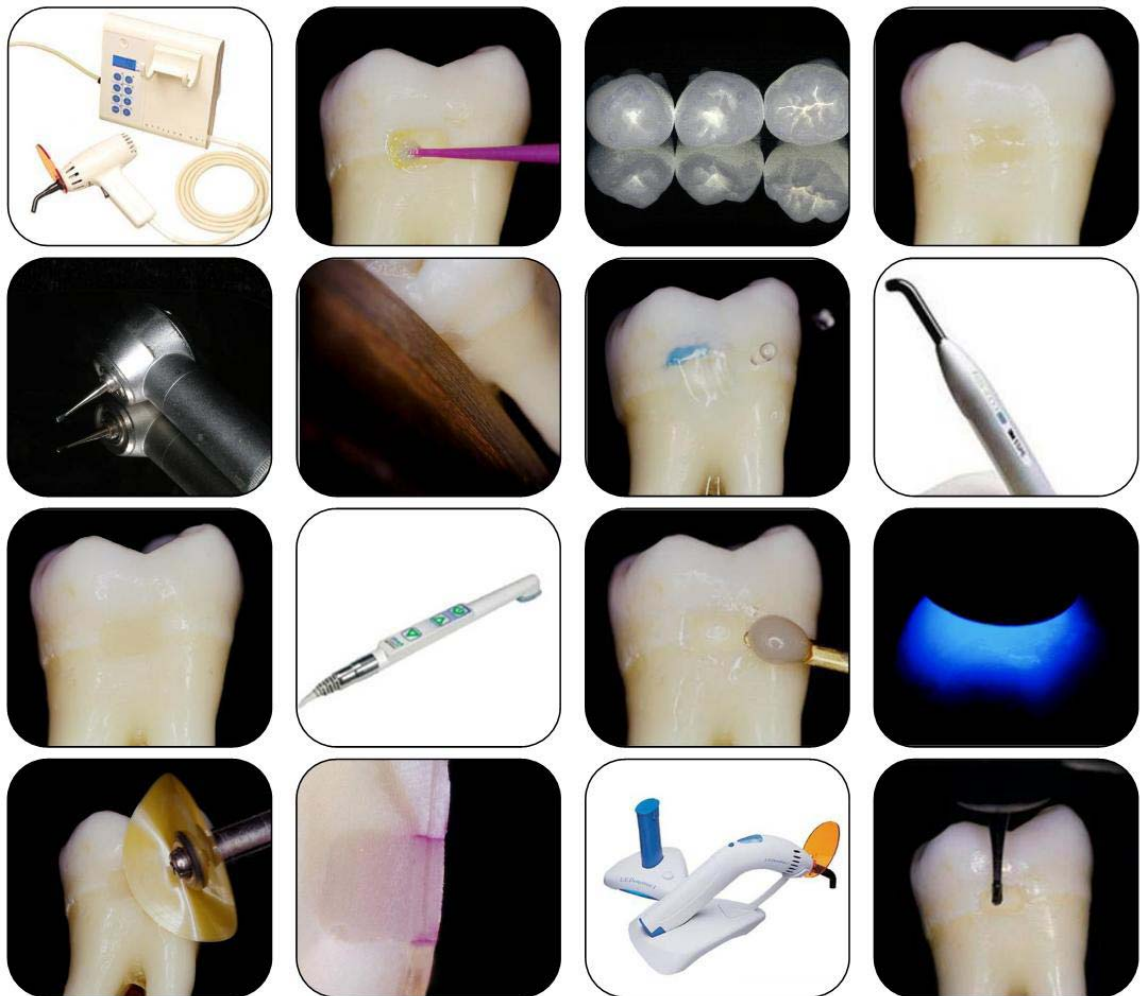
Clinicamente, uma característica inerente a fotopolimerização das resinas compostas é a contração que estas sofrem durante a sua reação de polimerização. Esta contração de polimerização gera uma tensão na interface entre a estrutura dental e o material restaurador que, dependendo da sua magnitude, pode levar ao rompimento da união e a formação de uma fenda marginal, predispondo o conjunto restaurador a microinfiltração (DAVIDSON; DE GEE; FEILZER, 1984). A microinfiltração corresponde à passagem de fluidos bucais e bactérias através da interface dente-restauração e pode resultar na descoloração marginal,

sensibilidade pós-operatória, cáries secundárias e na falha total do procedimento restaurador. As unidades e as técnicas de fotoativação se relacionam diretamente com desenvolvimento da contração de polimerização, e se constituem em um fator importante na capacidade de selamento marginal de restaurações adesivas diretas (BRACKETT; HAISCH; COVEY, 2000; LOPES et al., 2001; BARROS et al., 2003).

Baseados nestes fatos e na literatura, observamos a importância de se realizar esta pesquisa, avaliando a influência da utilização de unidades de fotoativação à base de Leds, comparadas a uma unidade convencional de luz halógena, com relação ao selamento marginal em restaurações de resina composta com margens em esmalte e dentina, em função da análise da microinfiltração.

A hipótese a ser testada é que a utilização das unidades de fotoativação à base de Leds resulta em valores de infiltração marginal semelhantes aos obtidos através da utilização da unidade convencional de luz halógena.





*Revisão da Literatura*

## 2 REVISÃO DA LITERATURA <sup>1</sup>

### 2.1 Unidades de fotoativação - Leds

Nakamura; Mukai; Senoh (1994) descreveram o desenvolvimento do primeiro diodo emissor de luz azul de alta intensidade e brilho. Diodos são dispositivos em estado sólido, constituídos de semicondutores do Tipo N e Tipo P, unidos através de uma conexão. O material do tipo N apresenta excesso de elétrons disponíveis para a condução e o material do tipo P possui deficiência de elétrons (ou seja, vácuos) que também podem conduzir eletricidade. Na junção, os vácuos e elétrons se combinam para formar uma área estreita sem vácuos ou excesso de elétrons. Uma voltagem aplicada ao dispositivo para forçar os elétrons para dentro da conexão do material do tipo T e para os vácuos do material do tipo N, cria uma corrente quando há a combinação de elétrons e vácuos. Em um Led, a recombinação de elétrons e vácuos cria fótons de característica de comprimento de onda do tipo semicondutor, do tamanho da conexão e de outros fatores do diodo, ou seja, os Leds utilizam junções de semicondutores (junções p-n) para a geração de luz por eletroluminescência, transformando energia elétrica diretamente em luz azul. Esses semicondutores consistem de nitrato de gálio (InGaN) e são capazes de emitir um espectro de luz entre 450 e 490 nm.

Mills (1995) foi o primeiro autor a propor os diodos emissores de luz azul como um método alternativo para a fotopolimerização das resinas compostas. O dispositivo utilizado foi um Led com emissão de luz azul em um comprimento de onda de 450 nm, 5 mm de diâmetro e com intensidade de emissão de luz entre 1,2 mW e 2 mW. Uma amostra de resina composta com 5 mm de diâmetro e 2 mm de espessura foi iluminada a 2 mm de distância e após 80 s a amostra pareceu estar polimerizada. Em que se pese a simplicidade do experimento, este

---

<sup>1</sup> Baseada na norma NBR 10520: 2002 da ABNT.

resultado foi encorajador e o autor concluiu que os Leds se constituiriam em uma alternativa promissora em um futuro próximo.

Fujibayashi; Ishimaru; Kohno (1996) compararam a profundidade de cura e dureza em espécimes polimerizados com lâmpadas halógenas ou Leds. A unidade experimental era composta de um arranjo de 61 Leds, com comprimento de onda de 450 nm e foi ajustada juntamente com a lâmpada halógena para emitir luz com intensidade de 1000 W. Não foram observadas diferenças estatísticas tanto com relação à profundidade de cura como também da dureza.

Fujibayashi et al. (1998) investigaram a efetividade dos Leds com relação as suas propriedades óticas, profundidade de cura e o grau de conversão comparada as convencionais lâmpadas halógenas. Duas unidades experimentais com Leds, com emissão de luz azul em diferentes comprimentos de onda, e uma lâmpada halógena foram utilizadas. As unidades experimentais utilizaram 61 Leds, devido à emissão de um Led ser muito baixa, em comprimentos de onda de 450 nm (Led 1) e 470 nm (Led 2), e juntamente com a lâmpada halógena foram reguladas para emitir luz com intensidade de 1000 W. Com relação às características óticas os autores observaram que o comprimento de onda da luz emitida pela lâmpada halógena variou entre 380 e 510 nm, com pico em 484 nm. O comprimento de onda da luz emitida pelo Led 1 variou entre 380 e 600 nm, com pico em 444 nm, enquanto o comprimento de onda da luz emitida pelo Led 2 variou entre 430 e 550 nm, com pico em 466 nm, mais próximo a 470 nm, comprimento de onda considerado mais efetivo para a fotopolimerização. Com relação à profundidade de cura e ao grau de conversão, estes foram maiores quando a unidade de Led 2 foi utilizada. Com base nestes resultados, os autores concluíram que a luz emitida pelos Leds azuis é efetiva para a polimerização das resinas

compostas e sugeriram que estes podem ser utilizados como a fonte de luz para unidades de fotoativação.

Mills e Jandt (1998) compararam a profundidade de cura obtida entre uma unidade experimental com Leds e uma unidade com lâmpada halógena. Para a confecção dos corpos de prova, apenas uma resina composta foi utilizada (TPH Spectrum A2) e uma matriz metálica medindo 4 mm de diâmetro e 6 mm de profundidade. As unidades foram ajustadas para emitirem uma intensidade de luz de  $300 \text{ mWcm}^{-2}$ . Dez corpos de prova foram confeccionados para cada unidade de fotoativação e a profundidade de polimerização foi medida pelo uso de um penetrômetro. A partir dos resultados encontrados, os autores concluíram que a unidade de Leds alcançou uma média de profundidade de polimerização mais alta, porém, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes para as amostras polimerizadas com uma ou outra unidade.

Whitters; Girkin; Carey (1999) com o objetivo de comparar o efeito da polimerização nas propriedades físicas de 3 materiais resinosos, com uma fonte de luz halógena convencional e uma unidade com arranjo de 6 Leds, realizaram testes de microdureza, além de utilizar uma técnica de transmissão de sons para medir o tempo de polimerização para os materiais testados. Além disto verificaram a contração de polimerização e a mudança de temperatura que ocorre na superfície dos materiais testados durante a fotopolimerização com ambas as unidades de fotoativação utilizadas. Os autores determinaram que um arranjo de 6 Leds foi capaz de promover uma polimerização mais rápida dos materiais restauradores, quando comparada à fonte de luz halógena. No que diz respeito a microdureza e a contração de polimerização, foram observados resultados similares para as 2 fontes de ativação, porém, a mudança de temperatura dos materiais durante o processo de polimerização demonstrou-se

mais baixa pela utilização da unidade de Leds. Os autores concluíram que as unidades de Leds podem ser um novo e efetivo instrumento para a polimerização de materiais sensíveis à luz, especialmente as resinas compostas.

Mills; Jandt; Ashworth (1999) verificaram a hipótese de que uma unidade experimental de fotoativação com Leds produziria uma profundidade de polimerização equivalente a uma unidade de luz halógena. Para a confecção dos corpos de prova 3 resinas compostas foram utilizadas (Silux Plus U, P-50 U e Z-100 A3,5) e uma matriz metálica medindo 4 mm de diâmetro e 6 mm de profundidade. Duas unidades de fotoativação foram utilizadas (halógena e Led) e as resinas foram fotoativadas pelos tempos de 40, 60 e 40 s, respectivamente, seguindo as recomendações de cada fabricante. Seis corpos de prova foram confeccionados por grupo e a profundidade de polimerização foi medida pelo uso de um penetrômetro. A partir dos resultados encontrados, os autores concluíram que a unidade de Leds, com uma intensidade de 64% da unidade halógena, resultou em uma profundidade de polimerização significativamente mais alta. Ressaltaram que o espectro da luz emitida pode ser considerado, juntamente à irradiação, como um indicador de sua efetividade. O uso da unidade de Leds pode apresentar um potencial para o uso na clínica, devido à sua efetividade não ser reduzida com o tempo de utilização, como acontece com as unidades de luz halógena.

Jandt et al. (2000) como primeiro objetivo, avaliaram a profundidade de cura e a resistência à compressão de resinas compostas fotopolimerizadas com uma unidade de fotoativação a base de Leds e por uma unidade de luz halógena. Como segundo objetivo os autores verificaram as características da irradiação e o espectro da luz emitida por ambas as unidades. Para isto os autores utilizaram uma única resina composta (TPH A2 e A4), a qual foi fotoativada pelas 2 unidades, durante 40 s. A profundidade de cura foi medida em 10

amostras com 4 mm de diâmetro e 8 mm de profundidade, para cada cor, com auxílio de um penetrômetro. Para o teste de resistência à compressão, foram confeccionadas 6 amostras com 4 mm de diâmetro e 6 mm de profundidade, também para cada cor do material. O teste de resistência à compressão foi determinado após 6 e 72 h. Com base nos resultados, os autores observaram que a unidade de luz halógena polimerizou a resina composta em maior profundidade. Porém, ambas as unidades promoveram uma polimerização em maior profundidade do que a recomendada pela ISO 4049 e pelo próprio fabricante do material. No que diz respeito à resistência à compressão, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes para as amostras polimerizadas com uma ou outra unidade, porém, foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre as amostras armazenadas por períodos de 6 e 72 h e para as diferentes cores do material. O espectro de luz de ambas as unidades diferiram fortemente. Enquanto a unidade de luz halógena apresentou uma emissão de luz em um comprimento de onda amplo, com pico em 497 nm, a unidade de Leds emitiu a maior parte de luz em um comprimento de onda de 465 nm. Os autores concluíram que a profundidade de polimerização e a resistência compressiva de uma resina composta, polimerizada pelas 2 unidades de luz, excederam os valores recomendados pelas especificações do fabricante e pelas necessidades clínicas e que a unidade de fotoativação de Leds parece ter potencial para aplicação clínica futura.

Stahl et al. (2000) avaliaram as propriedades flexurais de 3 resinas compostas de 3 cores diferentes, polimerizadas por uma unidade à base de Leds ou por uma lâmpada halógena. A unidade de Leds utilizada neste estudo possuía um arranjo de 27 Leds com uma intensidade de emissão de luz de  $350 \text{ mWcm}^{-2}$ , enquanto a unidade convencional utilizada foi a Spectrum (Dentsply Caulk), com uma intensidade de emissão de luz de  $755 \text{ mWcm}^{-2}$ . As resinas compostas utilizadas foram TPH Spectrum (Dentsply) cores A2 e A4, Z100 (3M

ESPE) cores A2 e A4 e Solitaire (Heraeus Kulzer), cores A2 e A3, com tempos de exposição de 20 e 40 s. Com base nos resultados, concluíram que os espécimes polimerizados com a unidade de fotoativação convencional obtiveram médias de resistência flexural estatisticamente maiores que os espécimes polimerizados com a unidade de Leds.

Knezevic et al. (2001) avaliaram o grau de conversão e o aumento da temperatura de 4 resinas compostas (Tetric Ceram, Pertac II, Valux Plus e Degufill Mineral), fotopolimerizadas durante 40 s com uma unidade convencional de luz halógena (Heliolux), com uma intensidade de emissão de luz de  $600 \text{ mWcm}^2$ ; uma unidade com modo de cura de início suave (Elipar HighLight), com uma intensidade de emissão de luz de  $100 \text{ mWcm}^2$  durante 10 s e  $700 \text{ mWcm}^2$  por 30 s e uma unidade à base de 16 Leds, com uma intensidade de  $12 \text{ mWcm}^2$ . Com base nos resultados, observaram um grau de conversão apenas um pouco maior quando as unidades convencionais, 66 vezes mais intensas, foram utilizadas sendo que estas ainda apresentaram o dobro de aumento da temperatura que a unidade de Leds.

Kurachi et al. (2001) avaliaram a dureza de uma resina composta polimerizada por unidades experimentais de Leds comparadas à uma unidade de luz halógena. As unidades experimentais à base de Leds possuíam um arranjo com 2, 3, 4, 5 ou 6 Leds. A resina composta utilizada foi a Z 100 (3M ESPE), cor A3, com tempos de exposição de 20, 40, 60, 120 e 180 s para as unidades experimentais e de 40 s para a unidade convencional. Com base nos resultados encontrados, os autores concluíram que todas as amostras polimerizadas pelas unidades de Led demonstraram níveis inferiores de dureza quando comparadas às amostras polimerizadas pela unidade de luz halógena por um tempo de exposição de 40 s. A unidade composta por 6 Leds foi a mais eficiente entre as unidades à base de Leds. A intensidade de luz emitida por esta unidade foi de  $79 \text{ mWcm}^2$ , enquanto a intensidade de luz emitida pela

unidade de lâmpada halógena foi de 475 mWcm<sup>2</sup>. Os autores concluíram que apesar das diferenças entre as unidades convencionais e à base de Leds, estes constituem-se em uma alternativa promissora para a fotopolimerização.

Dunn e Bush (2002) compararam a polimerização por unidades de Leds e de luz halógena com relação à dureza Knoop. As unidades convencionais utilizadas foram Optilux 401 e 501 (Demetron) enquanto as unidades à base de Leds disponíveis comercialmente foram: Lumacure (Lumalite) e VersaLux (Centrix). As resinas compostas utilizadas foram a híbrida Z250 (3M ESPE), cor A1, e a microparticulada Renamel (Cosmedent) cor A1. Com base nos resultados, concluíram que os espécimes polimerizados com as unidades de fotoativação convencional obtiveram médias de dureza estatisticamente maiores que os espécimes polimerizados com as unidades de Leds. Os autores ressaltaram que as lâmpadas halógenas são mais eficientes do que as unidades de Leds e que os aparelhos disponíveis comercialmente ainda necessitam de aprimoramentos.

Harada; Caputo; Mito (2002) investigaram o efeito da polimerização com unidades à base de Leds na microinfiltração das resinas compostas. Preparos de Classe II foram realizadas em molares humanos recém-extraídos. As restaurações foram realizadas com o sistema adesivo Prime & Bond NT (Dentsply/Caulk) e em metade delas foi realizada a fotoativação com uma unidade à base de Leds (Versalux, Centrix). As resinas compostas utilizadas foram Herculite XRV (Kerr/Sybron) ou Surefill (Caulk). A outra metade das restaurações foi fotopolimerizada com uma unidade convencional de luz halógena (Spectrum 800, Dentsply/Caulk). Os dentes foram então termociclados entre 5° e 55° C por 100 ciclos. As restaurações foram avaliadas com aumento de 20x após serem coradas. Cinco margens foram avaliadas: duas oclusais, duas proximais e uma gengival. Os dados foram analisados



com o teste de Qui-quadrado. Com base nos resultados, concluíram que todas as combinações entre unidades de fotoativação e resinas compostas apresentaram infiltração. No máximo duas margens não exibiram infiltração com qualquer das combinações utilizadas. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos ( $p > 0,05$ ). A fotoativação com unidades à base Leds não influenciou na infiltração marginal.

Leonard et al. (2002) compararam a eficiência da polimerização obtida entre 3 unidades à base de Leds disponíveis comercialmente e uma unidade convencional de luz halógena através do teste de dureza. A intensidade e o espectro de emissão também foram comparados entre as unidades. Uma matriz medindo 8 mm de diâmetro e 2 mm de profundidade foi utilizada para a confecção de 5 corpos de prova para cada combinação entre tempo de exposição, tipo da resina composta (microparticulada, Silux Plus e híbrida, Z-100) e as unidades de fotoativação (ZAP Light, LumaCure, Versalux, Optilux 401). Após 24 h as medidas de dureza Knoop foram realizadas no topo e na base dos espécimes. Com relação ao espectro de emissão os autores observaram que as unidades de fotoativação à base de Leds emitem luz azul em um comprimento de onda bastante próximo ao espectro de absorção da canforoquinona, entretanto, com relação à intensidade de emissão de luz, a unidade de luz halógena foi, no mínimo, 4x maior que as unidades de Leds. Com base nos resultados os autores concluíram que as unidades à base de Leds testadas necessitam de um tempo de exposição consideravelmente mais longo para polimerizar adequadamente resinas híbridas e microparticuladas do que a unidade convencional de luz halógena.

Uhl et al. (2002) investigaram o desempenho de polimerização de duas unidades convencionais de luz halógena (Translux CL e Spectrum 800), um protótipo experimental à base de Leds e uma das primeiras unidades de Leds disponíveis comercialmente (Luxomax).

A unidade Spectrum 800 foi ajustada para emitir uma intensidade similar ao protótipo à base de Leds. As unidades foram comparadas através da resistência à compressão e da profundidade de cura pela dureza Knoop. Quatro resinas compostas foram utilizadas (Z100, Spectrum, Definite, Solitaire 2) duas delas (Definite, Solitaire 2) contendo co-iniciadores além da canforoquinona, por tempos de fotopolimerização de 20 e 40 s. A dureza obtida com Luxomax foi estatisticamente significante menor nas profundidades de 0,1, 1,0, 1,9 e 3,1 mm, para todas as resinas e tempos de ativação. O teste de resistência à compressão demonstrou valores similares entre as unidades Luxomax e Spectrum 800, e entre a unidade experimental à base de Leds e a unidade convencional Translux.

Mills et al. (2002) compararam a polimerização de resinas compostas entre 2 unidades experimentais à base de Leds de alta intensidade, uma unidade de Led disponível comercialmente e uma unidade convencional de luz halógena através dos testes de dureza de Barcol (profundidade) e de resistência à compressão, além de uma caracterização das propriedades radiométricas destas unidades. Os protótipos possuíam 27 ou 54 Leds, a unidade disponível comercialmente foi o Luxomax (Akeda) com 7 Leds e a unidade convencional utilizada foi a Spectrum (Dentsply Caulk). A resina composta utilizada foi a TPH Spectrum, cores A2 e A4, e os tempos de fotoativação foram de 20 e 40 s. Com relação à dureza, os 2 protótipos à base de Leds de alta intensidade juntamente com a unidade convencional de luz halógena apresentaram resultados satisfatórios e semelhantes, entretanto, a dureza dos espécimes polimerizados com a unidade de Leds disponível comercialmente foi significativamente menor quando um tempo de exposição de 20 s foi utilizado. Com relação à resistência à compressão, as unidades experimentais bem como a unidade convencional de luz halógena apresentaram diferença estatisticamente significante comparadas à unidade de Leds

Luxomax. Os autores concluíram que as unidades de fotoativação à base de Leds têm potencial para alcançar o mesmo desempenho das unidades convencionais.

Meyer; Ernst; Willershausen (2002) compararam a porcentagem da diminuição na intensidade de emissão de luz de unidades convencionais de luz halógena e unidades à base de Leds em diferentes distâncias entre a ponta fotopolimerizadora e um radiômetro. As 3 unidades de Leds (Elipar FreeLight/3M ESPE, Luxomax/Akeda, e-Light/GC) foram comparadas às unidades convencionais (Elipar TriLight/3M ESPE, Optilux 501 convencional e ponta turbo/Kerr-Demetron). A intensidade de luz foi medida com uma unidade Fieldmaster GS/Coherent (Sensor LM-3 HTD) em distâncias entre 0 e 20 mm. A média da diminuição da intensidade de luz para uma distância de ativação de 10 mm foi de 68% para a unidade FreeLight, 83% para e-Light, 42% para Luxomax, 38% para TriLight, 33% para Optilux com a ponta fotopolimerizadora convencional e 44% para Optilux com a ponta turbo. A intensidade de luz da unidade Luxomax foi de apenas 40% comparada as demais unidades de Leds a uma distância de 0 mm. As unidades Elipar FreeLight e GC e-Light demonstraram maior diminuição de intensidade em uma distância de 10 mm quando comparadas às unidades convencionais. Os autores concluíram que apesar de as unidades à base de Leds possuírem o mesmo potencial de polimerização comparadas às unidades convencionas de luz halógena quando em contato direto com as resinas compostas, estas unidades podem não prover suficiente intensidade de luz quando posicionadas a uma distância relevante clinicamente de 10 mm da superfície da resina composta.

Rastelli (2002) avaliou a capacidade de polimerização, através da estrutura dental, de 3 diferentes fontes de luz (halógena, laser de argônio e Leds), por meio do teste de microdureza Vickers. Foram confeccionados corpos de prova em uma matriz metálica circular

contendo um orifício na porção central com 4 mm de diâmetro e 2 mm de profundidade. A resina composta Charisma (Heraeus Kulzer) foi utilizada para a realização dos testes. Cinco corpos de prova foram confeccionados para cada situação diferente. A fotoativação foi executada em tempos de 20, 40 e 60 s, para as espessuras de 0, 1,2 mm, 1,5 mm e 2,0 mm de faceta de estrutura dental, através da utilização das 3 diferentes unidades. Com base nos resultados concluiu que a utilização da unidade à base de Leds resultou em valores significativamente menores do que as demais unidades testadas.

Tarle et al. (2002) avaliaram o grau de conversão e o aumento da temperatura em 3 resinas compostas fotopolimerizadas por uma unidade experimental à base de Leds, uma unidade de arco de plasma e uma unidade convencional de luz halógena. O grau de conversão e o aumento da temperatura foram medidos através de um espectroscópio de Fourier e de um multímetro digital, respectivamente. Com base nos resultados, observaram maiores graus de conversão quando a unidade convencional foi utilizada, enquanto o aumento da temperatura foi significativamente menor quando as unidades de Leds e de plasma foram utilizadas. Houve grandes diferenças entre as intensidades emitidas pela unidade de Leds, de apenas 9 mW cm<sup>-2</sup>, comparada as unidades de plasma (1370 mW cm<sup>-2</sup>) e a unidade convencional (560 mW cm<sup>-2</sup>). Os autores concluíram que a menor amplitude espectral da unidade à base de Leds, semelhante ao comprimento de onda de absorção da canforoquinona, explica como uma fotopolimerização com uma intensidade muito mais baixa alcança um efeito semelhante às demais unidades testadas.

Lopes et al. (2002) analisaram o grau de microinfiltração marginal de restaurações de resina composta usando 3 aparelhos fotopolimerizadores. Trinta cavidades tipo Classe V em forma de caixa foram preparadas em molares recém-extraídos, com as margens em esmalte e

dentina (n=10). As cavidades foram restauradas com o sistema SingleBond + A110 (3M). A resina foi aplicada em incremento único. Três fotopolimerizadores foram utilizados: LED 130 mW/cm<sup>2</sup> (LED.UltraLED, DabiAtlante), Luz halógena 300 mW/cm<sup>2</sup> (LH 300.UltraLux, DabiAtlante), luz halógena 600 mW/cm<sup>2</sup> (LH 600.Optilux 401, Demetron). Os aparelhos tiveram sua intensidade de luz medida previamente ao teste. Depois de 24 h, os dentes foram termociclados (250x, entre 5° e 55° C, 60 s cada ciclo). Os espécimes foram imersos em solução de azul de metileno 2% por 12 h, lavados e seccionados. A microinfiltração foi analisada com escala de 0 a 4 e os dados foram submetidos ao teste *Kruskal-Wallis* (p<0,05). A mediana dos escores de infiltração nas margens em esmalte foi: LED=3, LH300=3 e LH600=4. Para as margens em dentina a mediana dos escores de infiltração foi: LED=4, LH300=3,5 e LH600=4. Não houve diferença estatística entre os grupos nas margens em dentina (p=0,44), nem nas margens de esmalte (p=0,15). Os autores concluíram que a intensidade de luz e o tipo de fonte luminosa não influenciaram a capacidade de selamento marginal de restaurações adesivas de resina composta.

Dunn e Taloumis (2002) compararam a resistência ao cisalhamento de brackets ortodônticos colados ao dente com 2 unidades convencionais de luz halógena (Optilux 501 e ProLite) e 2 unidades à base de Leds disponíveis comercialmente (LumaCure e VersaLux). Cem brackets foram colados em terceiros molares extraídos com um sistema adesivo fotopolimerizado. Os espécimes foram divididos em 4 grupos de 25 dentes cada. Em cada grupo os brackets foram fotoativados por 40 s com uma das unidades de fotoativação. Os espécimes foram armazenados a 37°C por 24 h e a resistência ao cisalhamento foi testada. Não foram observadas diferenças nas forças de união, com relação à unidade de fotoativação utilizada.

Yoon et al. (2002) compararam a efetividade da polimerização entre uma unidade experimental à base de Leds (Experimental, SNU), uma unidade de arco de plasma (Apollo 95E, Elite, DMD) e uma unidade convencional de luz halógena (Spectrum 800, Dentsply). Vários tempos de irradiação de intensidade fixa foram utilizados com a intenção de produzir a mesma energia total. O grau de conversão de 3 resinas compostas de cor A3 foi medido através de espectrofotometria de Fourier em várias profundidades a partir da superfície. Com base nos resultados, concluíram que o grau de conversão foi significativamente influenciado pelas variáveis: material, profundidade e unidade de fotoativação. Quando a mesma energia total foi utilizada, o grau de conversão obtido pela unidade de arco de plasma e a unidade de Leds não diferiu significativamente do obtido com a unidade convencional.

Asmussen e Peutzfeldt (2003) compararam a resistência e módulo flexural, profundidade de polimerização, contração de polimerização e o grau de conversão de resinas compostas polimerizadas com duas unidades de fotoativação à base de Leds e uma unidade convencional com lâmpada halógena. Para isto, 3 marcas diferentes de resinas compostas foram utilizadas Z250 (3M ESPE), Pertac II (3M ESPE) e Definite (Degussa), esta última com um agente fotoiniciador diferente da canforoquinona. As unidades utilizadas foram: XL3000 (3M ESPE), uma unidade de luz halógena convencional; Elipar FreeLight (3M ESPE) e e-Light (GC), duas unidades à base de Leds disponíveis comercialmente. A intensidade da emissão de luz foi mensurada antes da realização dos testes e foram de 400 mW/cm<sup>2</sup> (XL3000), 300 mW/cm<sup>2</sup> (Elipar FreeLight) e 290 mW/cm<sup>2</sup> (e-Light). O tempo de polimerização foi padronizado em 20 s. O teste utilizado para determinar a resistência e módulo flexural foi o de tensão em três pontos. A profundidade de polimerização foi mensurada através de raspagem do material não polimerizado após a fotoativação. A contração de polimerização foi avaliada através do método do disco aderido e o grau de

conversão foi medido através de espectroscopia de Fourier. Com base nos resultados, concluíram que as propriedades das resinas compostas polimerizadas com as unidades à base de Leds foram iguais ou inferiores à aquelas obtidas com uma unidade convencional de luz halógena e entre as unidades de Leds, Freelight foi mais efetiva que e-Light.

Hofmann et al. (2003) avaliaram a influência do modo e da unidade de fotoativação no selamento marginal de restaurações de Classe V em resina composta. Para isso, cavidades de Classe V em forma de caixa foram preparadas em molares extraídos, com margens em esmalte e dentina. As cavidades foram restauradas com sistema adesivo Optibond FL (Kerr), uma camada de resina fluida Filtek Flow (3M ESPE) ou Revolution f2 (Kerr) e 2 incrementos de resinas híbridas, Filtek Z250 (3M ESPE) ou Herculite XRV (Kerr). A fotoativação foi executada tanto no modo padrão (40 s) ou com início suave (40 s com aumento exponencial da intensidade) com uma unidade convencional de luz halógena (Elipar TriLight, 3M ESPE) ou uma unidade à base de Leds (Elipar FreeLight, 3M ESPE). Para a fotoativação com alta intensidade de luz, uma unidade de fotoativação de arco de plasma (Apollo 95E, DMDS), foi utilizada com 3 irradiações de 3 s cada. Após 30 dias armazenados em água e 2500 ciclos térmicos entre 5° e 55°, a qualidade marginal foi avaliada em um microscópio eletrônico de varredura através de réplicas, enquanto o selamento marginal foi avaliado utilizando a técnica de microinfiltração com nitrato de prata. Com base nos resultados, observaram poucas diferenças entre os diferentes modos de fotoativação, e os autores concluíram que menores graus de infiltração parecem estar mais relacionados ao material restaurador (Filtek Z250).

Uhl; Mills; Jandt (2003a) investigaram a microdureza Knoop e a profundidade de cura de resinas compostas fotopolimerizadas com uma unidade convencional de luz halógena (Trilight) e 2 unidades à base de Leds, uma delas disponível comercialmente (Freelight) e um

protótipo experimental. A unidade convencional foi utilizada no modo de início suave (aumento exponencial da intensidade de luz) e no modo normal. Quatro resinas compostas foram utilizadas (Z100, Spectrum, Definite, Solitaire2) duas delas (Definite, Solitaire2) contendo co-iniciadores além da canforoquinona. A profundidade de cura obtida com a unidade Trilight no modo normal foi estatisticamente significante maior do que os valores obtidos com as unidades de Leds, para todos os materiais testados. O protótipo experimental alcançou maior profundidade de cura do que a unidade FreeLight para todos os materiais e tempos de fotoativação. As resinas compostas contendo co-iniciadores demonstraram menores valores de dureza nos espécimes fotopolimerizados com as unidades de Leds. Os autores concluíram que a dureza obtida é diferente entre as unidades testadas, quando utilizadas para a polimerização de resinas compostas contendo outros fotoiniciadores além da canforoquinona.

Uhl; Mills; Jandt (2003b) investigaram o aumento da temperatura em 3 diferentes resinas compostas (Z100, Durafill, Solitaire2) em duas cores (A2, A4) polimerizadas por 40 s com duas unidades à base de Leds, uma delas disponível comercialmente (Elipar Freelight), um protótipo experimental e duas unidades convencionais de luz halógena (Trilight e Translux). A unidade Trilight foi utilizada nos modos normal e de início suave. O aumento da temperatura foi medido por 60 s com um termômetro e também observado com uma câmera de infravermelho de alta resolução. Todas as resinas compostas polimerizadas com as unidades convencionais alcançaram em uma profundidade de cura de 2 mm, um aumento estatisticamente significante da temperatura do que as resinas compostas polimerizadas com as unidades de Leds. Apenas a resina polimerizada no modo de início suave não apresentou diferença significativa entre as unidades convencionais. Quando as unidades à base de Leds foram utilizadas, as resinas compostas mais claras (A2) alcançaram maiores temperaturas do



que as resinas mais escuras (A4), situação esta inversa quando as unidades convencionais foram utilizadas. Devido ao baixo aumento da temperatura dos compósitos, os autores concluíram que as unidades à base de Leds representam uma alternativa viável às unidades convencionais para a fotopolimerização das resinas compostas.

Soh; Yap; Siow (2003) avaliaram a efetividade da polimerização das resinas compostas associada a diferentes modos de ativação de duas unidades à base de Leds (Elipar FreeLight, 3M ESPE e e-Light, GC) comparadas à uma unidade convencional (Max, Dentsply Caulk), a uma unidade de alta intensidade (Elipar TriLight, 3M ESPE) e a uma unidade de altíssima intensidade (Astralis 10, Ivoclar Vivadent). A efetividade da polimerização com os diferentes modos de ativação foi determinado pelo teste de microdureza (Knoop) em espécimes de resina composta (Z 100, 3M ESPE) de 2mm de espessura. Com base nos resultados, concluíram que a efetividade de polimerização da unidade à base de Leds Elipar FreeLight é comparável aquela das unidades convencionais de luz halógena, enquanto a unidade e-Light apresentou valores significativamente mais baixos que aqueles obtidos com as unidades convencionais.

Sensi et al. (2003) avaliaram a influência da unidade (halógena ou Leds) e da distância da fotoativação na microdureza Knoop de uma resina composta. Um molde de aço inox com 6,0mm de altura, 3,0mm de largura e 2,0mm de profundidade foi fabricado, simulando uma cavidade de Classe II. Para cada unidade de fotoativação, 5 espécimes foram preparados para o teste de microdureza (n=5), com a resina composta Filtek Z250 (3M-ESPE) sendo posicionada e fotopolimerizada em incrementos de 2,0mm, por 20 s, seguindo a recomendação dos fabricantes. As unidades testadas foram: XL 2500 (Halógena), Elipar FreeLight (Led) e L.E.Demetron (Led). Os espécimes foram fotoativados a uma distância de

4,0mm (base), 2,0mm (meio) e 0mm (topo). Após 24 h em água os espécimes foram incluídos em resina epóxica e polidos com lixas abrasivas. Cinco endentações (Knoop) foram realizadas em cada espécime sob carga de 25g por 15 s, em um microdurômetro Shimadzu HMV 2000. Com base nos resultados encontrados, os autores concluíram que, independente da profundidade avaliada, as unidades de fotoativação que utilizam Leds resultaram em valores de microdureza significativamente maiores que a unidade de fotoativação que utiliza lâmpada halógena.

## 2.2 Microinfiltração e fotopolimerização

Kidd (1976) revisou a literatura sobre microinfiltração, e a definiu como a passagem de bactérias, fluídos, moléculas ou íons entre as paredes cavitárias e o material restaurador. Segundo o autor, esta infiltração pode causar cárie secundária, descoloração marginal, sensibilidade pós-operatória e alterações pulpare. Concluiu afirmando que a avaliação da microinfiltração, com as diversas técnicas existentes é necessária para a previsão do desempenho dos materiais restauradores no ambiente oral.

Davidson; De Gee; Feilzer (1984) pesquisaram a influencia dos estresses de contração, desenvolvidos durante a polimerização das resinas compostas, na adesão à dentina tratada com adesivos dentinários e com resinas química e fotoativadas, tanto em modo linear como 3-D. O modo linear consistiu de um arranjo em um tensilômetro no qual as resinas compostas foram aplicadas em uma superfície dentinária ampla conectada a uma célula de carga. O aumento da força de adesão foi medido em diferentes intervalos de tempo e foi comparado com o desenvolvimento dos estresses de contração. Ao longo de todo o processo de polimerização a adesão resistiu ao estresse de contração, o que foi explicado pelo escoamento do material que ocorreu de maneira suficiente nesta configuração. No modo tridimensional as resinas compostas foram unidas a mais de duas paredes dentinárias. Nesta situação, o escoamento do material é seriamente limitado e os valores de estresse de contração podem exceder a força de adesão, levando a separação das superfícies. Isto foi demonstrado em cavidades de Classe V. A forma da cavidade foi considerada um fator de grande importância na conservação da adesão entre a resina composta e a dentina.

Feilzer; De Gee; Davidson (1987) estudaram os estresses gerados durante a polimerização de resinas compostas em função da forma da cavidade. A forma da cavidade foi descrita pelo fator de configuração (Fator C) como a proporção entre as superfícies aderidas e as superfícies livres, não aderidas. Neste desenho experimental, a forma das restaurações foi simulada por formas cilíndricas de várias dimensões. O estresse de contração foi medido de maneira contínua. Com base nos resultados, os autores concluíram que na maioria das configurações cavitárias relevantes clinicamente, o escoamento da resina composta para o alívio das tensões não foi suficiente para preservar a adesão à dentina.

Taylor e Linch (1992) realizaram uma revisão dos diferentes métodos utilizados para a análise da microinfiltração entre o material restaurador e a estrutura dentária. Consideraram as vantagens e desvantagens das técnicas empregadas como a utilização de bactérias, ar comprimido, traçadores radioativos ou químicos, testes eletroquímicos, microscopia eletrônica de varredura e análise através da penetração de corantes, sendo esta, a técnica mais utilizada de todas. Segundo os autores, a técnica de penetração de corantes permite avaliar a microinfiltração por meio de substâncias que produzem cores contrastantes com a superfície dentária e a restauração, dispensando reações químicas ou radiação. A solução corante mais utilizada para os testes de microinfiltração é a fucsina básica. Entretanto, esta é uma técnica considerada sensível, de interpretação subjetiva e de difícil padronização.

Déjou; Sindres; Camps (1996) revisaram a literatura referente aos testes de microinfiltração e relataram que uma grande variedade de métodos tem sido descritos para a análise da microinfiltração marginal, *in vitro*, sendo os testes que utilizam a penetração de corantes os mais comumente utilizados por serem de execução rápida, simples e menos onerosa.

Alani e Toh (1997) realizaram uma revisão de várias técnicas utilizadas para a avaliação da microinfiltração tanto, *in vivo*, como, *in vitro*. Os autores relataram que os estudos, *in vitro*, incluem a utilização de corantes, traçadores químicos, isótopos radioativos, pressão, bactérias, microscopia eletrônica de varredura, cárie artificial, entre outros. Segundo os autores, a utilização de métodos para detectar a microinfiltração através de corantes é um dos mais antigos e mais comumente utilizados. A desvantagem principal deste método reside no fato de que os resultados são avaliados de maneira subjetiva, pela extensão da infiltração demonstrada, e depende do plano de secção realizado.

Kinomoto et al. (1999) examinaram a distribuição e as magnitudes dos estresses internos resultantes da contração de polimerização, em restaurações de resina composta auto e fotopolimerizáveis. Cavidades em forma de caixa foram preparadas em moldes de resina e foram preenchidas tanto com uma resina auto como uma resina fotopolimerizável. As restaurações foram seccionadas perpendicularmente ao eixo longitudinal das cavidades e observadas através de um microscópio de luz polarizada. Os estresses gerados nas restaurações e nas paredes das cavidades foram avaliados através de análise fotoelástica. Com base nos resultados, observaram que os estresses gerados tanto nas resinas auto como nas resinas fotopolimerizáveis foram similares. Os autores concluíram que a diferença da magnitude dos estresses internos entre as resinas pesquisadas não estava relacionada com a distribuição dos estresses. A velocidade da polimerização pareceu ser o fator mais importante contribuindo para a magnitude dos estresses internos gerados nas restaurações de resina composta.

Friedl et al. (2000) investigaram a influência de uma fotoativação com início suave (pré-polimerização em baixa intensidade seguido de uma polimerização final com uma alta

intensidade) na integridade marginal de restaurações de resina composta e resinas modificadas por poliácidos em restaurações de Classe V utilizando uma unidade de fotoativação disponível comercialmente com duas intensidades de ativação pré-definidas. Sessenta cavidades foram restauradas tanto com os sistemas Spectrum + Prime & Bond 2.1 (SP), Dyract + Prime & Bond 2.1 (DY) ou Hytac + OSB Primer (HY). As restaurações foram fotoativadas convencionalmente (40 s, 800 mW/cm<sup>2</sup>), ou com início suave (10 s, 150 mW/cm<sup>2</sup>) seguidos por uma alta intensidade (30 s, 800 mW/cm<sup>2</sup>). As margens foram avaliadas antes e depois da termociclagem através de análise quantitativa. A microinfiltração foi analisada através de penetração do corante. A fotoativação com início suave não demonstrou influência significativa na formação de falhas marginais com relação aos materiais testados, tanto antes como depois da termociclagem. A análise quantitativa após a termociclagem demonstrou menos falhas marginais em esmalte para SP (0%) comparado ao DY (15,5%) e HY (44,5%), utilizando fotoativação com início suave. Nas margens de dentina a formação de falhas marginais foi de 29,6% para SP, 8,5% para DY, e 21,0% para HY. Estes resultados não foram significativamente diferentes entre eles. A infiltração marginal foi significativamente maior para SP nas margens dentinárias. Com base nos resultados, os autores concluíram que a fotoativação com início suave não melhorou a adaptação marginal de resinas modificadas por poliácidos ou resinas compostas em restaurações de Classe V.

Brackett; Haisch; Covey (2000) investigaram o efeito da intensidade de luz da fotoativação, utilizando unidades convencionais e unidades de arco de plasma, na microinfiltração de restaurações de resina composta de Classe V. As restaurações foram executadas com as resinas compostas Z250 e Amelogen com seus respectivos sistemas adesivos (Single Bond e PQ 1, respectivamente), e fotopolimerizadas com as diferentes unidades (Halógena (H) e Plasma (P)). Após a termociclagem, os dentes foram imersos em

solução de azul de metileno, seccionados e avaliados visualmente com relação à infiltração marginal. Nenhuma infiltração foi observada nas margens de esmalte, nas margens gengivais a incidência de infiltração (leve/severa) foi: Z250 H = 2/4, P = 6/6; Amelogen H = 3/4, P = 1/12 (n=16). A maior incidência de infiltração marginal foi observada nas restaurações fotopolimerizadas pela unidade de arco de plasma.

Lopes et al. (2001) avaliaram o grau de microinfiltração de restaurações de resina composta Classe V com margens em esmalte e dentina usando 5 diferentes técnicas de fotopolimerização. Cinquenta cavidades em forma de cunha foram preparadas em caninos, com a margem oclusal em esmalte e a margem gengival em dentina. O sistema adesivo Excite (Vivadent) foi aplicado conforme as orientações do fabricante. As cavidades foram restauradas com as resinas híbridas (TetricCeram/Vivadent) em um incremento. Os tipos de fotopolimerização (n = 10) utilizados foram: G1 - Convencional/Baixa Intensidade: 40 s (300 mW/cm<sup>2</sup>); G2 - Rampa: 20 s (300 mW/cm<sup>2</sup>) + 20 s (550 mW/cm<sup>2</sup>); G3 - Pulso/Alta Intensidade: 5 s (550 mW/cm<sup>2</sup>) + 5 min (sem luz) + 35 s (550 mW/cm<sup>2</sup>); G4 - Convencional/Alta Intensidade: 40 s 550 mW/cm<sup>2</sup>; G5 - Pulso/Baixa Intensidade: 5 s (300 mW/cm<sup>2</sup>) + 5 min (sem luz) + 35 s (300 mW/cm<sup>2</sup>). Depois de 24 h em água, os dentes foram termociclados (250 x, entre 5° e 55°C, 60 s cada ciclo). Os espécimes foram imersos em solução de azul de metileno por 12 h e seccionados longitudinalmente, com um disco diamantado. A microinfiltração foi analisada com escala de 0 a 3. Os dados foram submetidos ao teste *Kruskal-Wallis*. Para ambas as margens houve menor infiltração com Pulso/Baixa Intensidade. Os piores resultados foram encontrados com Convencional/Alta Intensidade. Através dos resultados encontrados os autores sugeriram que a técnica do pulso com baixa intensidade pode melhorar a capacidade de selamento marginal de restaurações adesivas.

Raskin et al. (2001) revisaram 144 estudos, *in vitro*, sobre microinfiltração, publicados em 14 periódicos internacionais entre 1992 e 1998, o que resultou em 917 conjuntos ou grupos de experimentos. Os estudos publicados foram inseridos em uma base de dados e comparados utilizando critérios selecionados como: amostra, cavidades, procedimentos restauradores, termociclagem, ciclagem mecânica e método de avaliação. Com base nas comparações os autores observaram que os métodos empregados para a execução destes testes variaram enormemente. As escolhas metodológicas mais frequentemente utilizadas são: 1) armazenamento dos espécimes após a extração: duração (indeterminada, 59,2%), meio (água destilada ou deionizada, 33,8%), temperatura (indeterminada, 52,2%), aditivos (nenhuma, 47,0%); 2) envelhecimento (79,1%): tempo antes do envelhecimento (< 4 h, 35,9%); meio e temperatura de armazenagem antes do envelhecimento (água destilada ou deionizada, 26,8%; 37°C, 54,3%); 3) meio de ciclagem (água, 50,5%), número de ciclos (de 250 a 500), 34,6%), número de banhos (2, 84,0%), temperatura dos banhos (entre 5°C e 55°C, 60,6%), tempo de imersão (30 s, 44,3%); 4) corante: tipo (fucsina básica, 40,7%), tempo de imersão (após a termociclagem, ciclos mecânicos, ou ambos, 64,1%), duração da imersão (fucsina básica: 24 h, 59,5%); avaliação da penetração do corante em secções (91,7%): direção (perpendicular, 88,5%), número (1, 47,1%).

Amaral et al. (2002a) avaliaram a microinfiltração marginal e a fotopolimerização em restaurações de resina composta de Classe II executadas com 2 técnicas restauradoras e 2 sistemas de polimerização. Cento e vinte cavidades de Classe II foram realizadas em dentes bovinos e divididas aleatoriamente em 4 grupos: incremento único e polimerização convencional (Conv 1); incrementos bucolinguais e polimerização convencional (Conv 3); incremento único e polimerização *soft-start* (Soft 1); incrementos bucolinguais e polimerização *soft-start* (Soft 3). Todas as cavidades foram restauradas com o sistema



Z100/Single Bond. Após a termociclagem, os espécimes foram imersos em uma solução de azul de metileno a 2% e avaliados quanto a microinfiltração. Metade dos espécimes foi incluída em resina epóxica e polidos. A dureza Knoop das restaurações foi então medida. Não houve microinfiltração em 54,44% dos espécimes grupo Conv 1, 70,11% do grupo Conv 3, 42,53% do grupo Soft 1, e 63,22% do grupo Soft 3. Houveram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos com relação à microinfiltração. Com relação a microdureza, não houve diferenças estatisticamente significativas. Os autores concluíram que a técnica de restauração incremental resultou em menos infiltração. O método de fotoativação *soft-start* resultou em uma polimerização adequada, mas não influenciou o selamento marginal.

Amaral et al. (2002b) avaliaram a influência de técnicas de polimerização e inserção na microinfiltração e microdureza em restaurações de resina composta. Cento e oitenta cavidades de Classe II foram preparadas em dentes bovinos e divididas em 6 grupos: G1 - incremento único + polimerização convencional; G2 - incrementos bucolinguais + polimerização convencional; G3 - incremento único + polimerização *soft-start*; G4 - incrementos bucolinguais + polimerização *soft-start*; G5 - incremento único + polimerização progressiva; G6 - incrementos bucolinguais + polimerização progressiva. Todas as cavidades foram restauradas com o sistema Z100/Single Bond. Após a termociclagem os espécimes foram imersos em solução de azul de metileno a 2% por 4 h avaliados quanto a microinfiltração. Metade dos espécimes foi embebida em resina e a dureza Knoop das restaurações foi medida. Com base nos resultados, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as técnicas de inserção e polimerização com relação a microinfiltração. Com relação a microdureza não houve diferenças estatisticamente significativas, entretanto, a técnica de fotopolimerização progressiva (G5 e G6) esteve associada com valores de dureza Knoop menores: G1 = 144,11; G2 = 143,89; G3 = 141,14;

G4 = 142,79; G5 = 132,15; G6 = 131,67. Os autores concluíram que as técnicas de inserção e polimerização avaliadas não influenciaram a microinfiltração marginal, mas uma diminuição na microdureza ocorreu quando a técnica de polimerização progressiva foi executada.

Aguiar; Ajudarte; Lovadino (2002) avaliaram a microinfiltração em restaurações de resina composta realizadas com 2 técnicas de restauração e fotoativadas com 3 diferentes métodos. Cavidades de Classe V foram preparadas em incisivos bovinos inferiores e divididos em 6 grupos experimentais envolvendo 2 técnicas restauradoras (incremento único e incremental) e 3 métodos de fotoativação (convencional - 680 mW/cm<sup>2</sup>/30 s; *soft-start* - 380 mW/cm<sup>2</sup>/10 s + 680 mW/cm<sup>2</sup>/20 s; progressiva - 200 mW/cm<sup>2</sup>/10 s + 680 mW/cm<sup>2</sup>/20 s). Todos os espécimes foram termociclados por 3000 ciclos entre 5°C e 55°C, e imersos em uma solução de azul de metileno a 2% por 12 h e preparados para análise espectrofotométrica para quantificar a infiltração marginal em cada restauração. Com base nos resultados, concluíram que as 3 técnicas de fotoativação não apresentaram diferenças estatisticamente significantes para os grupos restaurados de maneira incremental, enquanto os grupos restaurados com um incremento único e fotoativados de maneira convencional apresentaram as maiores médias de microinfiltração, sendo diferentes estatisticamente dos demais métodos de fotoativação. Os autores ressaltaram que a polimerização progressiva e a técnica de restauração incremental resultaram em menores valores de microinfiltração, apesar de nenhuma técnica ter evitado totalmente a microinfiltração.

Camargo et al. (2003) avaliaram, *in vitro*, a infiltração marginal em restaurações Classe II de compósitos fotoativados com diferentes intensidades luminosas. Foram utilizados 80 dentes terceiros molares, com preparos cavitários ocluso-proximais com término cervical em dentina. Estes dentes foram divididos em 2 grupos os quais foram restaurados com os

compósitos Z250 e P60 (3M). Cada grupo foi dividido em 4 subgrupos os quais receberam intensidade luminosa diferenciada durante o procedimento restaurador. Nos subgrupos 1A e 1B foi empregada a intensidade de  $\pm 550 \text{ mW/cm}^2$  nos 3 incrementos; nos subgrupos 2A e 2B a intensidade foi exponencial de 0 a  $600 \text{ mW/cm}^2$  em cada incremento; nos subgrupos 3A e 3B, no primeiro incremento a intensidade foi de  $300 \text{ mW/cm}^2$  e  $550 \text{ mW/cm}^2$  por 30 s para cada incremento. Para a fotopolimerização foi usado o aparelho Elipar Trilight (3M ESPE). Em seguida, as amostras foram cobertas com 2 camadas de esmalte para unha e cera rosa para então serem imersas em solução corante de azul de metileno a 2% tamponado por 2 h. Após o seccionamento as amostras foram analisadas em lupa estereoscópica Zeiss com 20X de aumento onde foi mensurada a extensão da penetração do corante e transformada em escores. Os dados foram submetidos à análise estatística empregando-se teste *Kruskal-Wallis*. Concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa ( $p>0,05$ ) entre os materiais restauradores utilizados bem como para a intensidade luminosa.

Ernst et al. (2003) avaliaram a influência da fotoativação com início suave na contração de polimerização e na integridade marginal de restaurações adesivas. Seis resinas compostas (Pertac II, Tetric Ceram, Definite, Surefil, Solitaire, and Visio-Molar) foram aderidas em cavidades cilíndricas ( $n = 9$  por material/fotoativação). A fotopolimerização foi executada tanto no modo padrão ( $800 \text{ mW/cm}^2$  por 40 s) como no modo exponencial ( $150 \text{ mW/cm}^2$  até  $800 \text{ mW/cm}^2$  por 40 s) com a unidade Elipar TriLight (3M ESPE). O estresse de polimerização foi calculado em 5 min, 1 h, e 24 h, através de imagens fotoelásticas (Matrox-Inspector). Duas cavidades padronizadas de Classe V foram preparadas nas faces lingual e vestibular de 80 molares e pré-molares. As sistemas restauradores (Pertac II/EBS Multi, Tetric Ceram/Syntac, Definite/Etch&Prime 3.0, e Surefil/Prime & Bond 2.1) foram utilizados com os 2 métodos de fotopolimerização ( $n = 20$ ). A penetração marginal do corante (azul de

metileno a 2%) foi investigada separadamente para as margens de esmalte e cimento após termociclagem. Para obter informações com relação à profundidade de cura, medidas de dureza de superfície foram realizadas em espécimes das resinas na superfície de topo e a 1,5 mm e 3,0 mm (Zwick 3212, 10 N). Os resultados indicaram uma redução significativa ( $p < 0,01$ ) no estresse de polimerização de 7,1% para a resina Pertac II, 4,1% para a resina Tetric Ceram, 3,6% para a resina Definite, 3,7% para a resina Surefil e 6,2% para a resina Solitaire, quando da utilização do modo exponencial. Foi observada também uma redução significativa ( $p = 0,04$ ) da infiltração marginal apenas para a resina Pertac II/EBS Multi, nas margens de cimento com o modo exponencial. Para os espécimes de 3,0 mm o modo de fotopolimerização padrão apresentou valores significativamente maiores de dureza ( $p = 0,001$ ). Os autores concluíram que dependendo do material restaurador a fotopolimerização através do modo exponencial pode levar a uma redução significativa da infiltração marginal em restaurações de Classe V. Este efeito pode estar relacionado a um menor estresse gerado pela polimerização, como analisado através do teste fotoelástico, ou pela diminuição do grau de conversão, como deduzido através do teste de dureza. Entretanto, o efeito do modo de fotoativação exponencial depende do material restaurador utilizado.

Cavalcante et al. (2003) avaliaram a influência de 3 técnicas de polimerização na microinfiltração e microdureza de restaurações de Classe II utilizando uma resina microhíbrida (Filtek Z250) e uma resina compactável (SureFil). As técnicas, tempos e as respectivas intensidades de luz de fotoativação foram: Convencional (C)-800 mW/cm<sup>2</sup> por 40 s; Início suave (*Soft-Start*) (SS1)-75 mW/cm<sup>2</sup> por 10 s mais 518 mW/cm<sup>2</sup> por 30 s; Início suave (SS2)- 170mW/cm<sup>2</sup> por 10 s mais 518 mW/cm<sup>2</sup> por 30 s e Arco de plasma (PAC)-1,468 mW/cm<sup>2</sup> por 3 ou 6 s. Cento e cinquenta e duas cavidades de Classe II tipo "Slot Vertical" foram preparadas e divididas em 8 grupos ( $n = 19$ ). Após os procedimentos restauradores, os

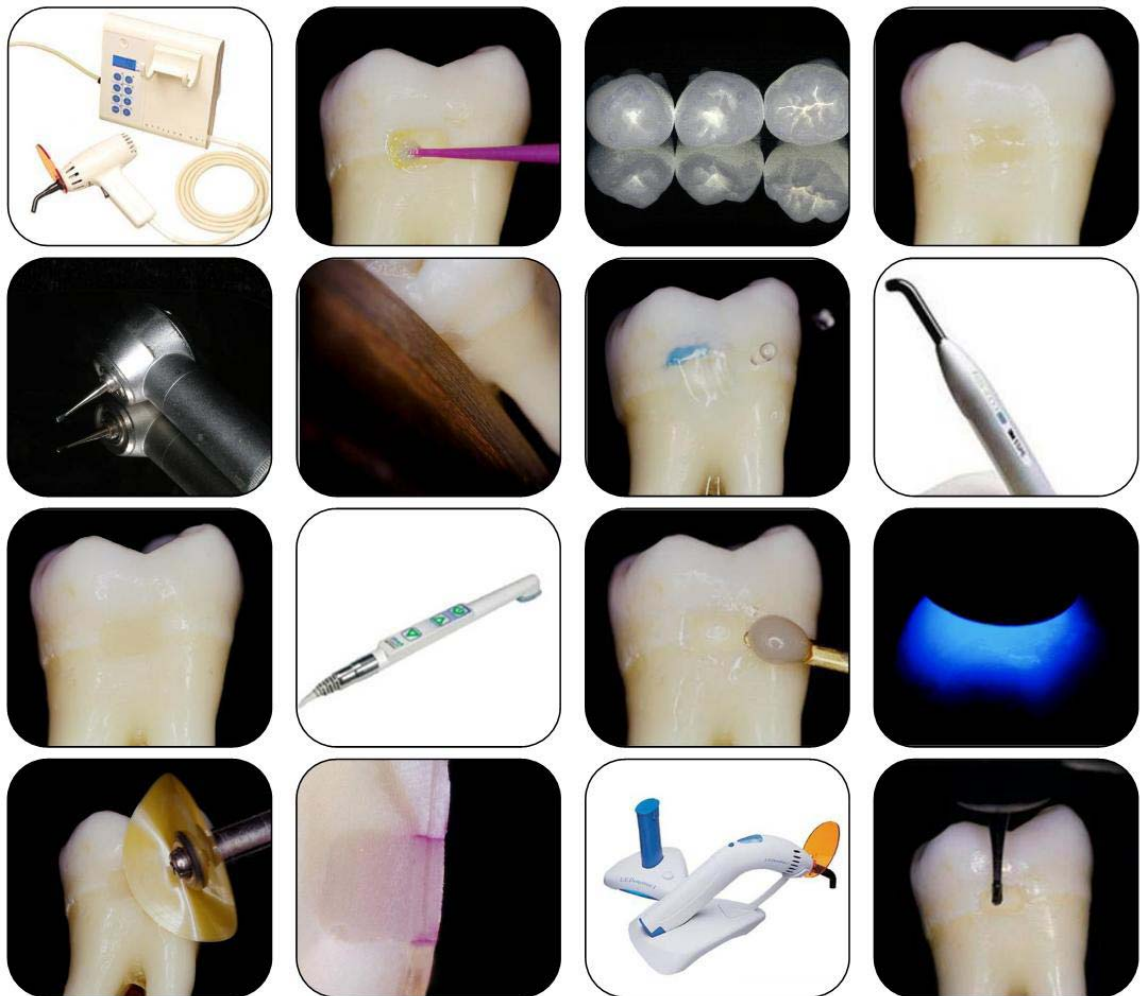
espécimes foram termociclados (1000 ciclos entre 5°C e 55°C), e então imersos em solução de azul de metileno a 2 % por 4 h. A microinfiltração foi avaliada e os resultados submetidos ao teste estatístico de *Kruskal-Wallis*. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes com relação a microinfiltração entre as diferentes técnicas testadas quando uma resina microhíbrida foi utilizada. Entretanto, quando uma resina compactável foi utilizada, a técnica convencional de fotoativação foi comparável à técnica de início suave e ainda melhor que a fotoativação através da unidade de arco de plasma.

Muangmingsuk; Senawongse; Yudhasaraprasithi (2003) investigaram a influência de diferentes métodos de fotoativação na adaptação marginal de restaurações de Classe V com resina composta. Cavidades de Classe V com a margem gengival localizada 1 mm abaixo da junção cimento-esmalte foram preparadas nas superfícies linguais ou vestibulares de 80 pré-molares extraídos. Os dentes foram divididos em 8 grupos de 10 dentes cada e as cavidades foram restauradas com uma resina composta (Z100) e um adesivo (Single Bond) com diferentes modos de fotoativação de início suave (Elipar Highlight), métodos modificados com unidades convencionais (Spectrum 900 e XL3000) ou técnicas restauradoras (incremento único ou técnica incremental). Após a termociclagem entre 5°C e 55°C por 500 ciclos, os espécimes foram imersos em azul de metileno a 2% por 6 h. Secções longitudinais foram avaliadas para a microinfiltração sob um microscópio. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as técnicas de fotoativação utilizadas.

Sinhoreti et al. (2003) verificaram a influência de 3 métodos de polimerização na infiltração marginal de restaurações confeccionadas com 3 compósitos odontológicos: Z100, Alert e Revolution, utilizados em associação com o sistema adesivo Scotchbond Multi Uso. Foram utilizados 90 dentes bovinos, com preparos cavitários circulares padronizados com

término em esmalte (4mm de diâmetro X 2mm de profundidade). Estes dentes foram divididos em 3 grupos, de acordo com o sistema restaurador utilizado e cada grupo subdividido em 3, de acordo com o método de polimerização, ou seja, polimerização por luz contínua ( $520 \text{ mW/cm}^2$  por 40 s); polimerização por dupla intensidade de luz ( $150 \text{ mW/cm}^2$  por 10 s, seguido por  $520 \text{ mW/cm}^2$  por 30 s); luz pulsátil ( $520 \text{ mW/cm}^2$  por 60 s). Após o término das restaurações, as amostras foram cobertas com 2 camadas de esmalte para unha e, em seguida, imersas em solução corante de azul de metileno a 2%, por 2 h. Após, foram seccionadas e analisadas em lupa estereoscópica, onde foi adotado o sistema de escores preconizado pela ISO (TR 11405). Os dados obtidos foram analisados estatisticamente através do teste de assimetria à esquerda (5%). Os autores concluíram que não houve diferença estatística entre os diferentes métodos de polimerização empregados.

Barros et al. (2003) avaliaram a microinfiltração de 2 resinas compostas fotopolimerizadas de 4 modos diferentes. Cavidades de Classe V padronizadas foram preparadas em esmalte, na face vestibular de 80 dentes bovinos recém-extraídos. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 8 grupos experimentais: 2 resinas compostas (Z250 e Charisma) e 4 modos de fotopolimerização (“convencional” -  $680 \text{ mW/cm}^2$  - 30 s; “início suave” -  $380 \text{ mW/cm}^2$  - 10 s +  $680 \text{ mW/cm}^2$  - 20 s; “arco de plasma” -  $1480 \text{ mW/cm}^2$  - 3 s; “combinada” -  $380 \text{ mW/cm}^2$  - 10 s +  $1480 \text{ mW/cm}^2$  - 3 s. Todos os espécimes foram termociclados por 1000 ciclos, entre  $5^\circ$  e  $55^\circ$  graus com banhos de 1 min em cada temperatura, e imersos em uma solução de azul de metileno a 2% por mais de 12 h. Os espécimes foram então limpos e preparados para análise espectrofotométrica para a quantificação da penetração do corante. Os modos de fotopolimerização “início suave” e “combinado” apresentaram os melhores resultados e foram estatisticamente diferentes das técnicas “convencional” e “arco de plasma”, para ambas as resinas compostas testadas.



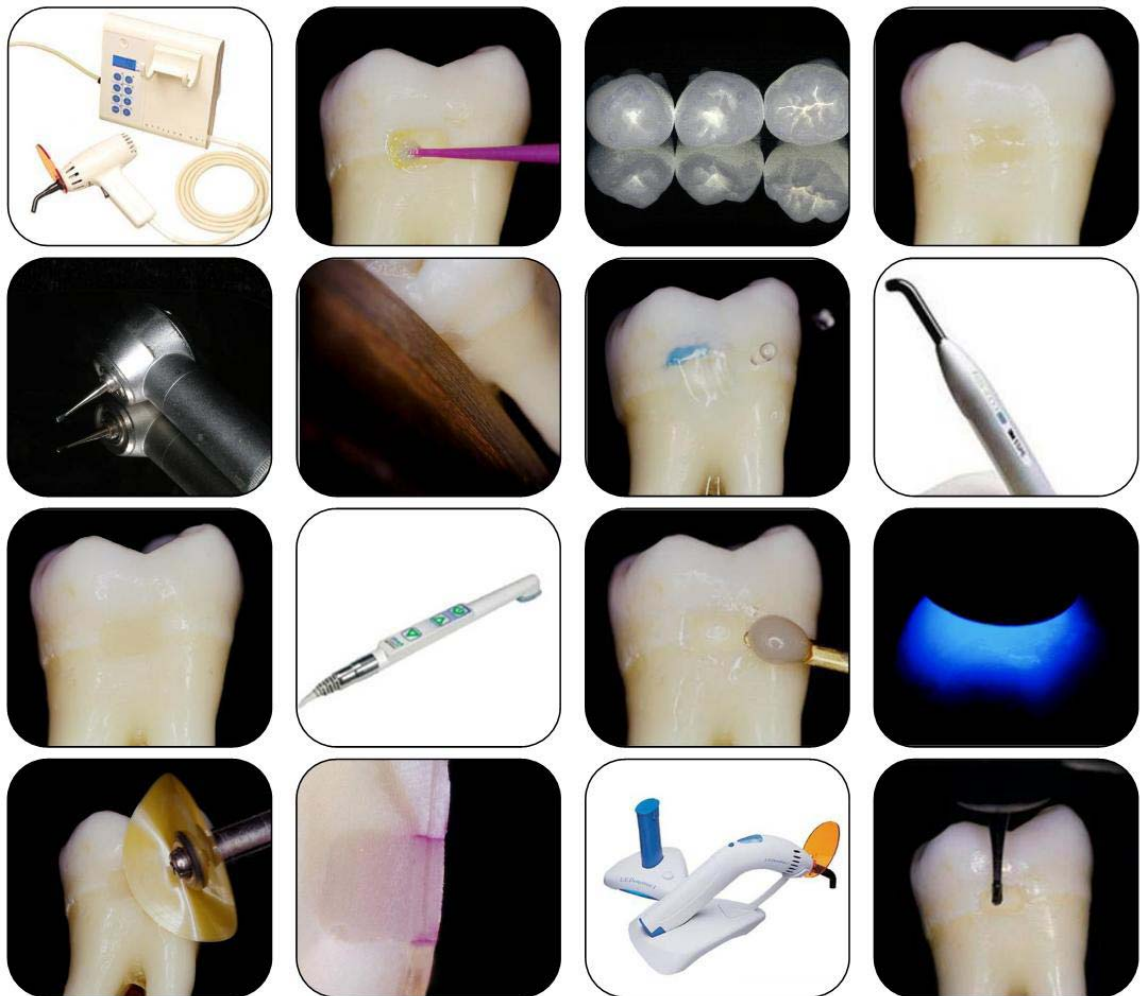
*Proposição*

### **3 PROPOSIÇÃO**

Avaliar a influência da unidade de fotoativação no selamento marginal de restaurações de resina composta com o objetivo de:

- a) verificar o efeito das unidades de fotoativação, halógenas e Leds, no grau de microinfiltração em restaurações de resina composta com margens em esmalte e dentina;
- b) comparar as unidades testadas entre si e determinar se alguma delas seria capaz de produzir menores graus de infiltração marginal.





## *Material e Métodos*

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Seleção dos dentes

Quarenta molares humanos hígidos, superiores e inferiores, recém-extraídos e armazenados imediatamente em soro fisiológico foram utilizados (Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina - Projeto nº 225/2002). Os dentes foram limpos com uma pasta de pedra-pomes diluída em água, através da utilização de taças de borracha montadas em um micromotor de baixa rotação. Em seguida, os dentes foram inspecionados com o auxílio de uma lupa (Bio-Art Equipamento Odontológico Ltda., São Carlos – São Paulo) com aumento de 4x, com o objetivo de excluir aqueles espécimes que apresentavam fendas, trincas ou outras anomalias que poderiam comprometer ou alterar os resultados (FIG. 1).



Figura 1 - Dentes extraídos e selecionados.

## 4.2 Preparo cavitário

Quarenta cavidades tipo Classe V em forma de caixa foram preparadas nas faces vestibular ou lingual dos dentes utilizando brocas *carbide* com formato de cone invertido n° 330 (KG Sorensen Ind. Com. Ltda. - Barueri, SP) (FIG. 2a), montadas em uma turbina de alta rotação sob constante refrigeração ar/água (Kavo do Brasil Ind. Com. Ltda.) (FIG. 2b e 2c), sendo que a cada 5 preparos as brocas foram substituídas. Os preparos foram realizados com dimensões padronizadas de 3,0 mm de altura (FIG. 3a), 2,0 mm de largura (FIG. 3b) e 2,0 mm de profundidade (FIG. 3c e 3d), ficando com o término gengival 1,0mm abaixo do limite amelo-cementário e a margem oclusal 1,0mm acima do limite amelo-cementário (FIG. 4).

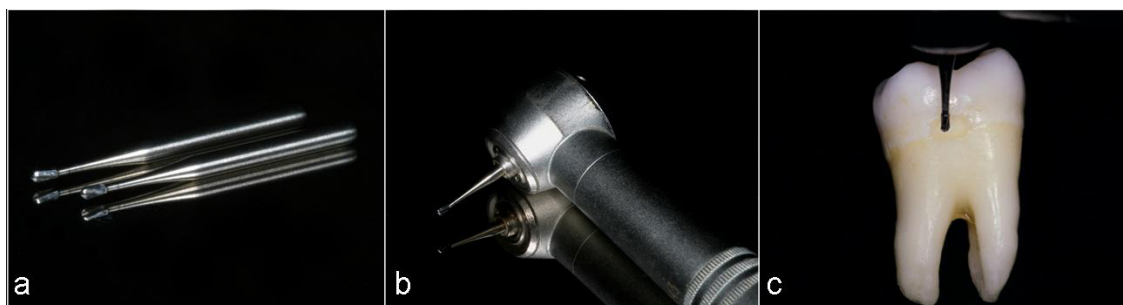


Figura 2 - a) brocas utilizadas para realização dos preparos; b) turbina de alta rotação; c) execução do preparo cavitário.

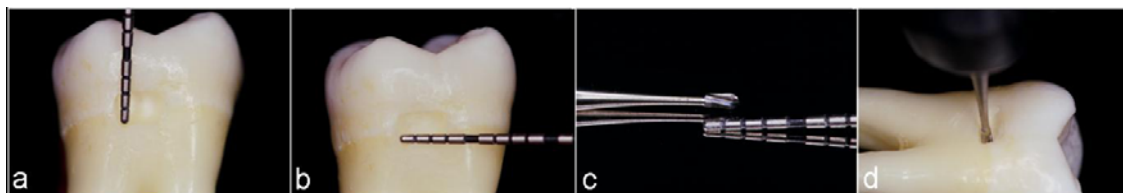


Figura 3 - Medidas do preparo cavitário. a) altura; b) largura; c) tamanho da ponta ativa da broca 330; d) profundidade.



Figura 4 - Preparo cavitário concluído.

### 4.3 Procedimentos restauradores

Os dentes foram aleatoriamente divididos em 4 grupos de 10 dentes cada ( $n=10$ ), de acordo com a unidade de fotoativação que foi utilizada. As restaurações foram executadas por um único operador previamente calibrado. As cavidades foram restauradas da mesma maneira. Em todos os grupos foi realizado condicionamento ácido total com ácido fosfórico a 35% (Scotchbond Etchant Gel, 3M-ESPE, St. Paul, MN, USA) (FIG. 5), aplicado inicialmente nas margens de esmalte (FIG. 6a) e então estendido da dentina superficial (FIG. 6b) para dentina profunda por 15 s (FIG. 6c).



Figura 5 - Ácido fosfórico a 35% (Scotchbond Etchant Gel).



Figura 6 - Condicionamento ácido: a) em esmalte; b) em dentina superficial; c) em dentina profunda.

Após a realização do condicionamento ácido procedeu-se à limpeza da cavidade com um spray de ar/água por 30 s (FIG. 7a e 7b), e o excesso de umidade foi removido pela aplicação de uma bolinha de algodão sobre a dentina enquanto o esmalte foi sutilmente seco com um leve jato de ar (FIG.7c).



Figura 7 - a) lavagem da cavidade; b) cavidade limpa; c) secagem da cavidade.

O sistema adesivo Single Bond (3M-ESPE, St. Paul, MN, USA) (FIG. 8), foi utilizado para o estabelecimento da camada adesiva e sua aplicação seguiu as recomendações do fabricante. O adesivo foi aplicado em uma camada e levemente seco por um jato de ar, novamente aplicado e seco com um jato de ar e então fotopolimerizado por 20 s (FIG. 9).



Figura 8 - Sistema adesivo Single Bond.

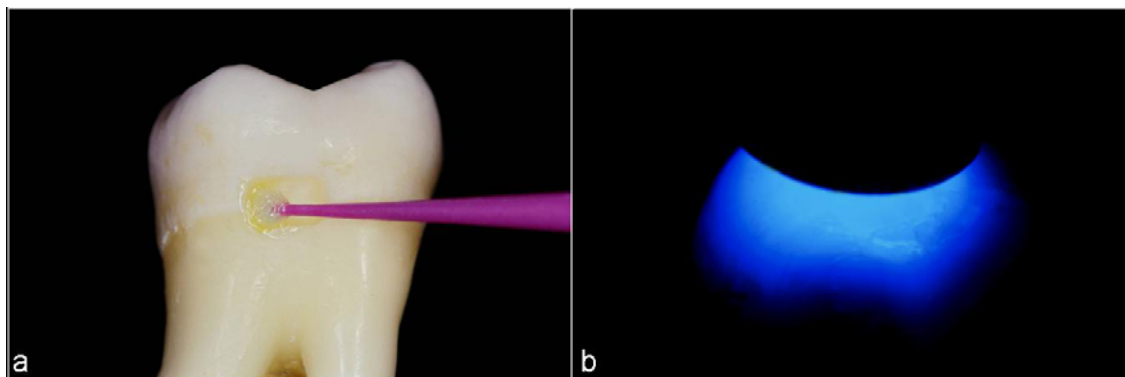


Figura 9 - a) aplicação do sistema adesivo; b) fotopolimerização do adesivo.

A resina composta Filtek Z250 (3M-ESPE, St. Paul, MN, USA) (FIG. 10), foi selecionada para a execução das restaurações. A resina composta foi inserida nas cavidades em um único incremento (FIG. 11a e 11b) e fotopolimerizada por 20 s, seguindo as recomendações do fabricante (FIG. 11c). A distância entre as pontas fotopolimerizadoras e a superfície da resina composta foi padronizada como a menor distância possível sem que a ponta das unidades de fotoativação tocasse na resina composta.



Figura 10 - Resina composta Filtek Z250.

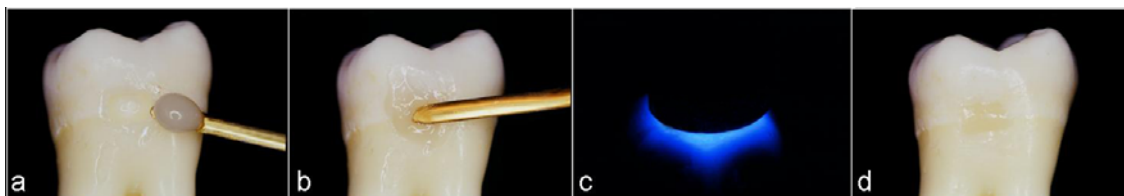


Figura 11 - Execução da restauração: a) incremento de resina composta; b) inserção da resina composta na cavidade; c) fotopolimerização da resina composta; d) aspecto da restauração concluída, antes do acabamento.

As unidades de fotoativação utilizadas foram:

Grupo 1- LH Optilux 501 (Demetron, Danbury, CT, USA) (FIG. 12a);

Grupo 2- LED Elipar Free Light (3M-ESPE, St. Paul, MN, USA) (FIG. 12b);

Grupo 3- LED Ultralume (Ultradent, ) (FIG. 12c);

Grupo 4- LED L.E.Demetron (Demetron, Danbury, CT, USA) (FIG. 12d).

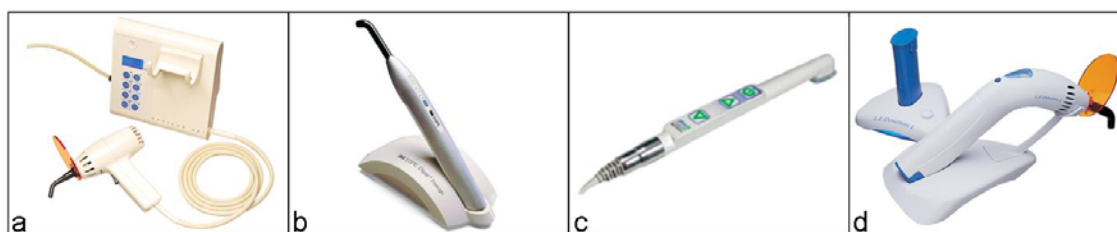


Figura 12 - Unidades de fotoativação utilizadas: a) Optilux 501; Elipar FreeLight; c) Ultralume; d) L.E.Demetron.



A intensidade de emissão de luz das diferentes unidades pesquisadas foi previamente mensurada pelo radiômetro embutido no aparelho Optilux 501 (QUADRO 1).

UNIDADE DE FOTOATIVACÃO	INTENSIDADE (mW/cm <sup>2</sup> )
Optilux 501	550
Free Light	350
Ultralume	330
L.E.Demetron	640

Quadro 1 - Intensidade de emissão de luz das unidades de fotoativação pesquisadas.

Após o término das restaurações os dentes foram imediatamente submetidos aos procedimentos de acabamento com discos abrasivos seqüenciais Sof-Lex Pop-On (3M-ESPE, St. Paul, MN, USA) (FIG. 13a e 13b), de granulação média a superfina, por um período de 30 s, de maneira intermitente. Os dentes restaurados foram armazenados em água destilada em temperatura ambiente até o momento da ciclagem térmica.

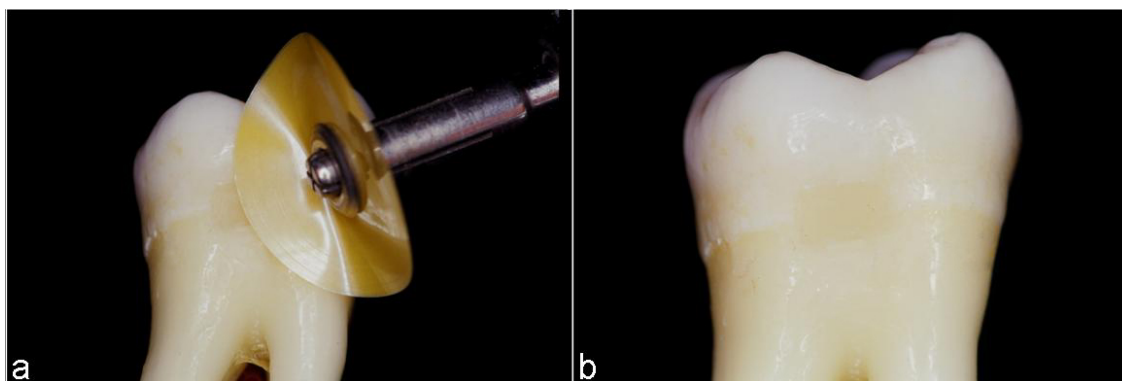


Figura 13 - a) procedimento de acabamento; b) aspecto da restauração concluída.

#### 4.4 Termociclagem

A ciclagem térmica foi realizada em uma máquina específica (Ética, modelo 521-E, nº 0364, série 96 - Ética Equipamentos Científicos S/A), pertencente ao Laboratório de Pesquisa do Departamento de Estomatologia da Universidade Federal de Santa Catarina) (FIG. 14). Os espécimes foram colocados no recipiente móvel da máquina em sacos de nylon de diferentes cores para discernir os grupos e então submetidos a 1000 ciclos térmicos, alternando os banhos entre 5°C e 55°C, permanecendo 30s em cada banho de água com um tempo de transferência de 3s entre um banho e outro, perfazendo um ciclo total de aproximadamente 66s.



Figura 14 - Máquina de termociclagem.

#### 4.5 Impermeabilização

Após o procedimento de ciclagem térmica, os 40 espécimes foram secos em papel toalha e o vedamento do forame apical radicular foi realizado com uma camada de resina epóxica (Araldite, Ciba-Geigy Química). Os espécimes foram então cobertos com 3 camadas de esmalte de unha (Colorama) por toda sua extensão, exceto a aproximadamente 2 mm ao redor da restauração (FIG. 15). As amostras receberam camadas de esmalte de cores diferentes para facilitar a identificação dos grupos de pesquisa.

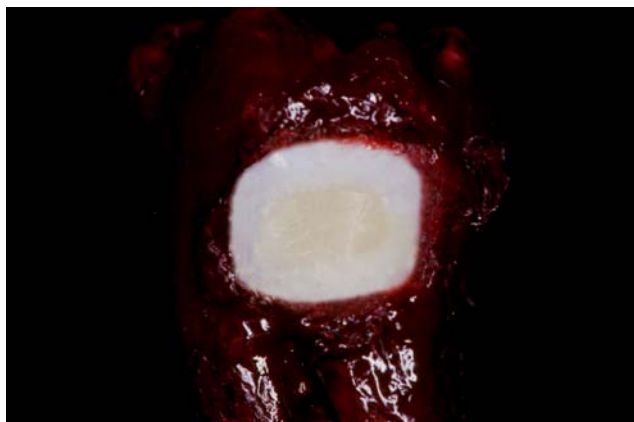


Figura 15. Espécime impermeabilizado.

#### **4.6 Infiltração com solução de fucsina básica a 0,5%**

Depois de serem submetidos ao teste térmico e após a impermeabilização, os espécimes foram imersos em solução de fucsina básica a 0,5% (Farmácia de manipulação Dermus, Florianópolis, SC, Brasil) por 24 h. Após este período os espécimes foram lavados em água corrente, secos em papel toalha e encaminhados para o seccionamento.

#### 4.7 Seccionamento dos espécimes

Os dentes foram seccionados com um disco diamantado SBT (South Bay Technology, San Clement, CA, USA), refrigerado com água, em velocidade estável de 300 rpm, utilizado acoplado a máquina de cortes Isomet (Buehler Ltd, Lake Buff, IL, USA) (FIG. 16). A secção foi realizada longitudinalmente no meio da restauração (FIG. 17), resultando em 2 leituras de infiltração para cada espécime, sendo que a secção que apresentou maior penetração do corante foi considerada para avaliação.



Figura 16 - Máquina de cortes Isomet.

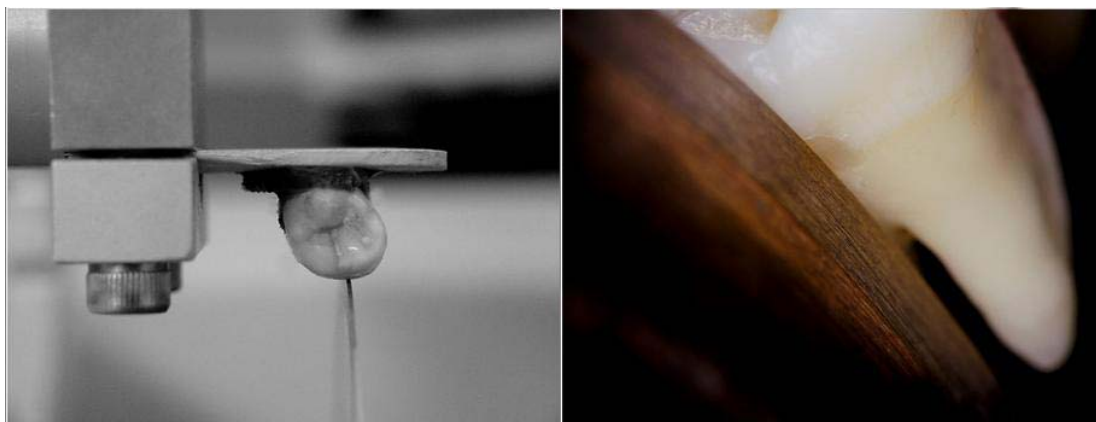


Figura 17 - Seccionamento do espécime.

#### 4.8 Análise da microinfiltração

As restaurações foram examinadas em um microscópio ótico com aumento de 40X para a avaliação da penetração do corante ao longo da interface dente/material restaurador. A análise foi realizada por 2 examinadores previamente calibrados e consenso foi compelido quando discordâncias ocorreram. Os escores de microinfiltração (FIG. 18) foram classificados separadamente em margens de esmalte e dentina em:

0- sem infiltração (FIG. 19a);

1- infiltração do corante até a metade da parede oclusal/gengival (FIG. 19b).

2- infiltração do corante além da metade da parede oclusal/gengival até antes da parede axial.

3- infiltração do corante na parede axial da restauração ou em direção à polpa.

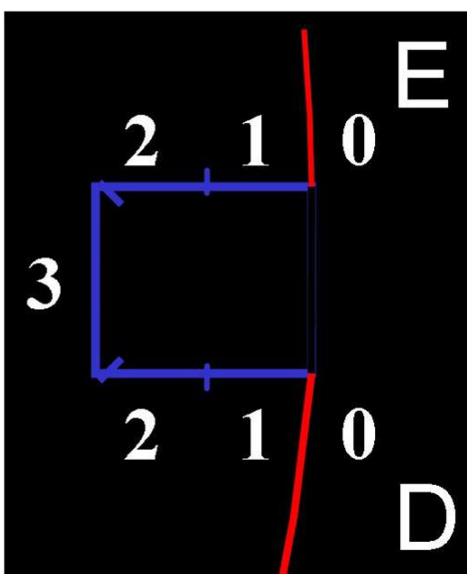
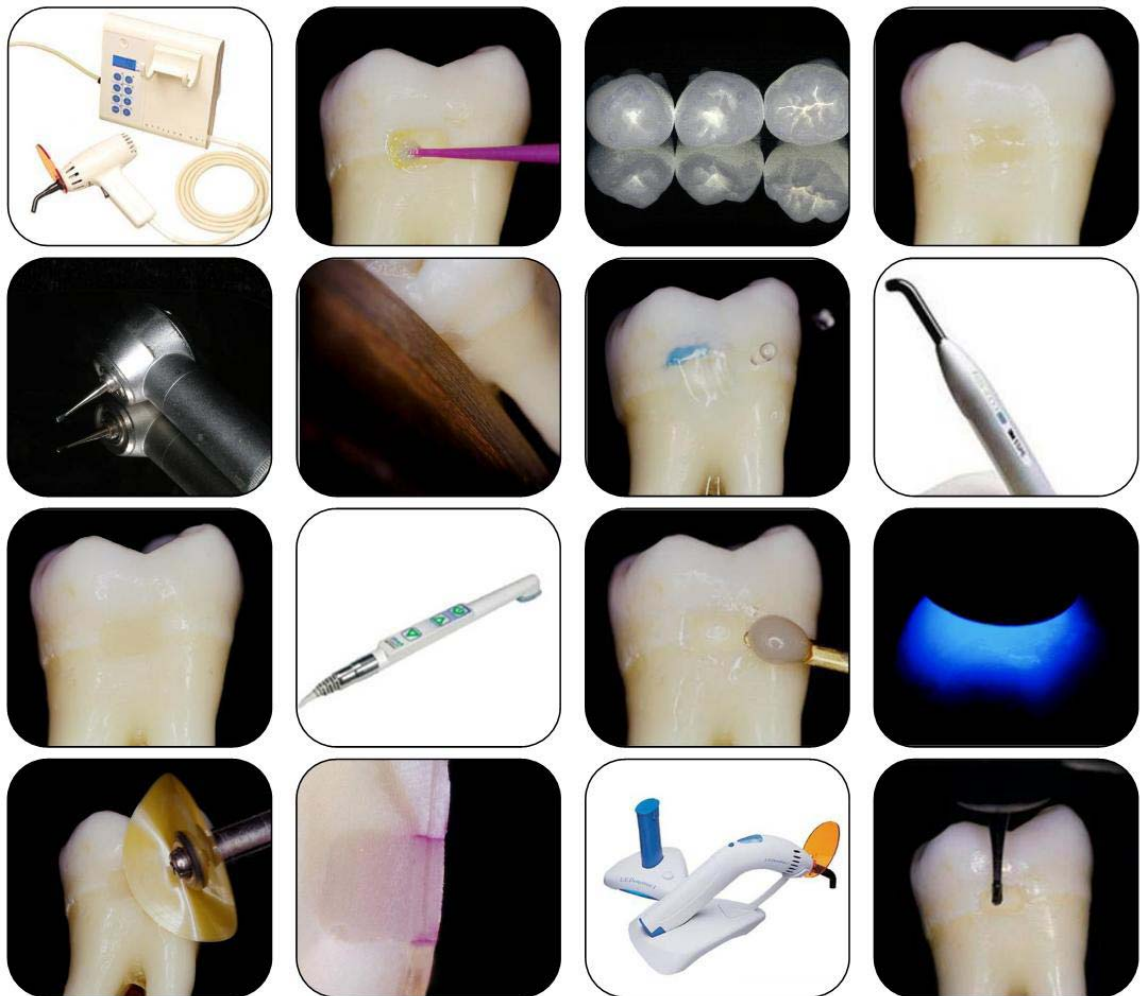


Figura 18 - Escores para análise da microinfiltração (E = esmalte; D = dentina).

#### 4.9 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise através de tratamento estatístico pelo método de *Kruskal-Wallis* (análise de variância não paramétrica), com um nível de confiança de 95%, possibilitando assim a sua interpretação. A comparação entre as margens de esmalte e dentina foi realizada pelo teste de Wilcoxon.



*Resultados*



## 5 RESULTADOS

Os resultados são apresentados em forma de tabelas e gráficos, onde consta a frequência dos valores correspondentes às modas retiradas das avaliações para cada grupo estudado.

### 5.1 Estatística descritiva por grupo analisando as margens localizadas em esmalte.

Tabela 1 - Resultados do teste de microinfiltração para as margens em esmalte.

Grupo	Total Amostra	Mediana	Frequência Escore							
			0		1		2		3	
			n	%	n	%	n	%	n	%
Grupo 1	10	0	9	90,0	1	10,0	0	0,0	0	0,0
Grupo 2	10	0	8	80,0	2	20,0	0	0,0	0	0,0
Grupo 3	10	0	9	90,0	1	10,0	0	0,0	0	0,0
Grupo 4	10	0	9	90,0	1	10,0	0	0,0	0	0,0

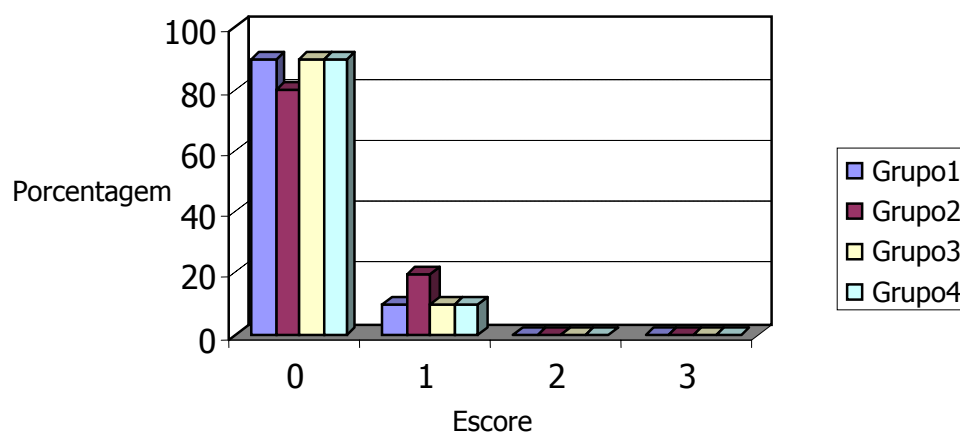


Gráfico 1 - Frequência dos escores de microinfiltração para as margens em esmalte.

Tabela 2 - Comparação entre os grupos estudados através do Teste de *Kruskal-Wallis* para as margens em esmalte.

Grupo	N	Soma de Postos	Esperado sobre $H_0$	Desvio Padrão sobre $H_0$	Média de Postos	Estatística Qui-quadrado	Valor de p	Resultado
Grupo 1	10	200,0	205,0	18,34	20,0	0,6686	0,8806	Não Rejeita $H_0$
Grupo 2	10	220,0	205,0	18,34	22,0			
Grupo 3	10	200,0	205,0	18,34	20,0			
Grupo 4	10	220,0	205,0	18,34	20,0			

A comparação estatística a partir do teste de *Kruskal-Wallis* apresentou um valor de 0,6686 para o qui-quadrado, com valor de  $p$  igual a 0,8806, demonstrando que a hipótese de igualdade entre os grupos foi aceita.

## 5.2 Estatística descritiva por grupo analisando as margens localizadas em dentina.

Tabela 3 - Resultados do teste de microinfiltração para as margens em dentina.

Grupo	Total Amostra	Mediana	Frequência Escore							
			0		1		2		3	
			n	%	n	%	n	%	n	%
Grupo 1	10	0	9	90,0	1	10,0	0	0,0	0	0,0
Grupo 2	10	0	8	80,0	2	20,0	0	0,0	0	0,0
Grupo 3	10	0	10	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Grupo 4	10	0	10	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

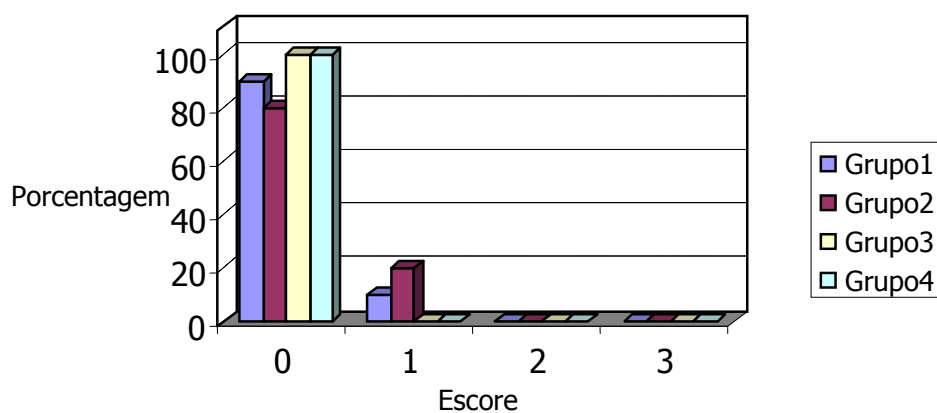


Gráfico 2 - Frequência dos escores de microinfiltração para as margens em dentina.

Tabela 4 - Comparação entre os grupos estudados através do teste de *Kruskal-Wallis* para as margens em dentina.

Grupo	N	Soma de Postos	Esperado sobre $H_0$	Desvio Padrão sobre $H_0$	Média de Postos	Estatística Qui-quadrado	Valor de p	Resultado
Grupo 1	10	210,0	205,0	14,61	21,0	3,8649	0,2764	Não Rejeita $H_0$
Grupo 2	10	230,0	205,0	14,61	23,0			
Grupo 3	10	190,0	205,0	14,61	19,0			
Grupo 4	10	190,0	205,0	14,61	19,0			

A comparação estatística a partir do teste de *Kruskal-Wallis* apresentou um valor de 3,8649 para o qui-quadrado, com valor de  $p$  igual a 0,2764, demonstrando que a hipótese de igualdade entre os grupos foi aceita.

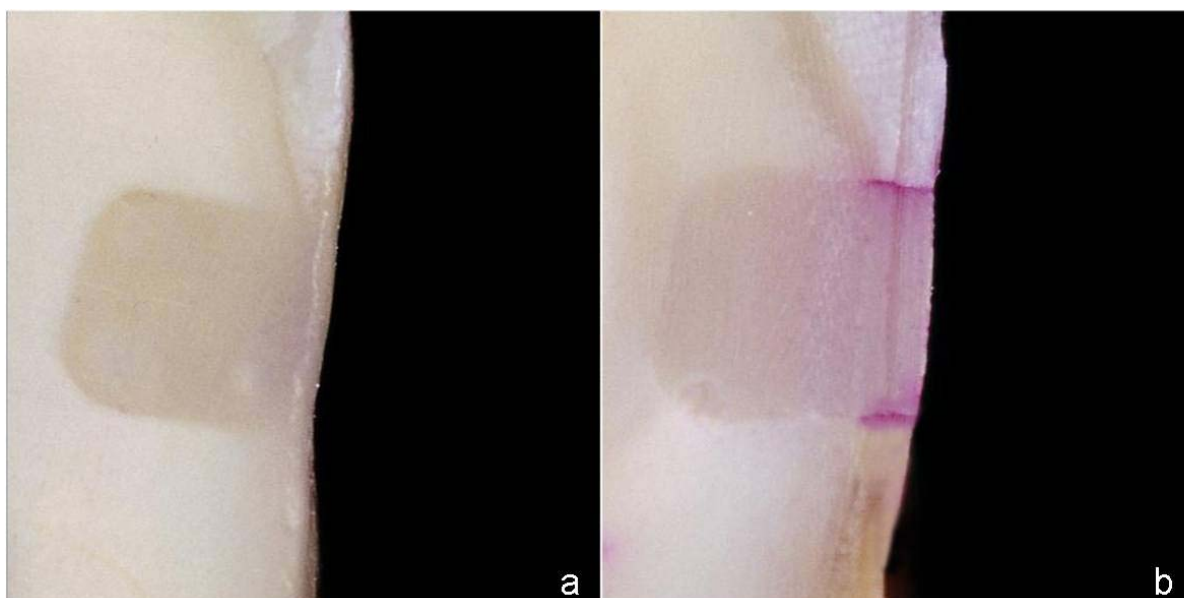


Figura 19 - Escores de microinfiltração predominantes. a) restauração com valor de infiltração 0 em esmalte e dentina; b) restauração com valor de infiltração 1 em esmalte e dentina.

### 5.3 Estatística descritiva por grupo comparando as margens localizadas em esmalte e dentina.

Tabela 5 - Resultados do teste de microinfiltração comparando as margens em esmalte e dentina.

Grupo	Total Amostra	Mediana	Frequência Escore							
			0		1		2		3	
			N	%	n	%	n	%	n	%
ESMALTE	40	0	35	87,5	5	12,5	0	0,0	0	0,0
DENTINA	40	0	37	92,5	3	7,5	0	0,0	0	0,0

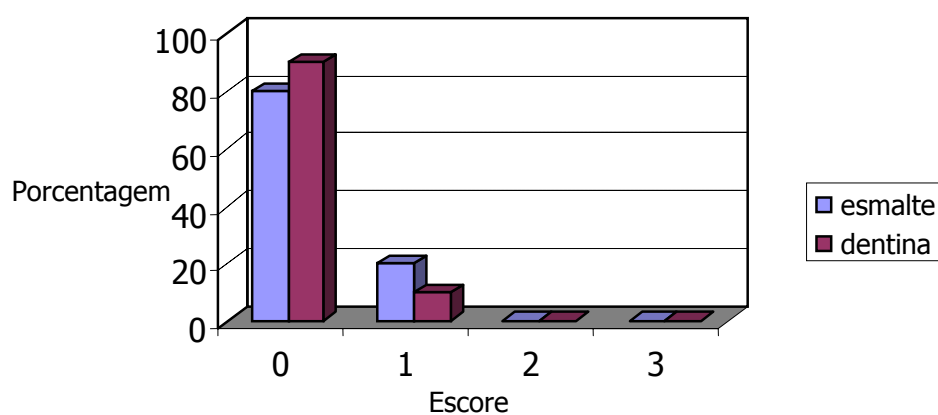
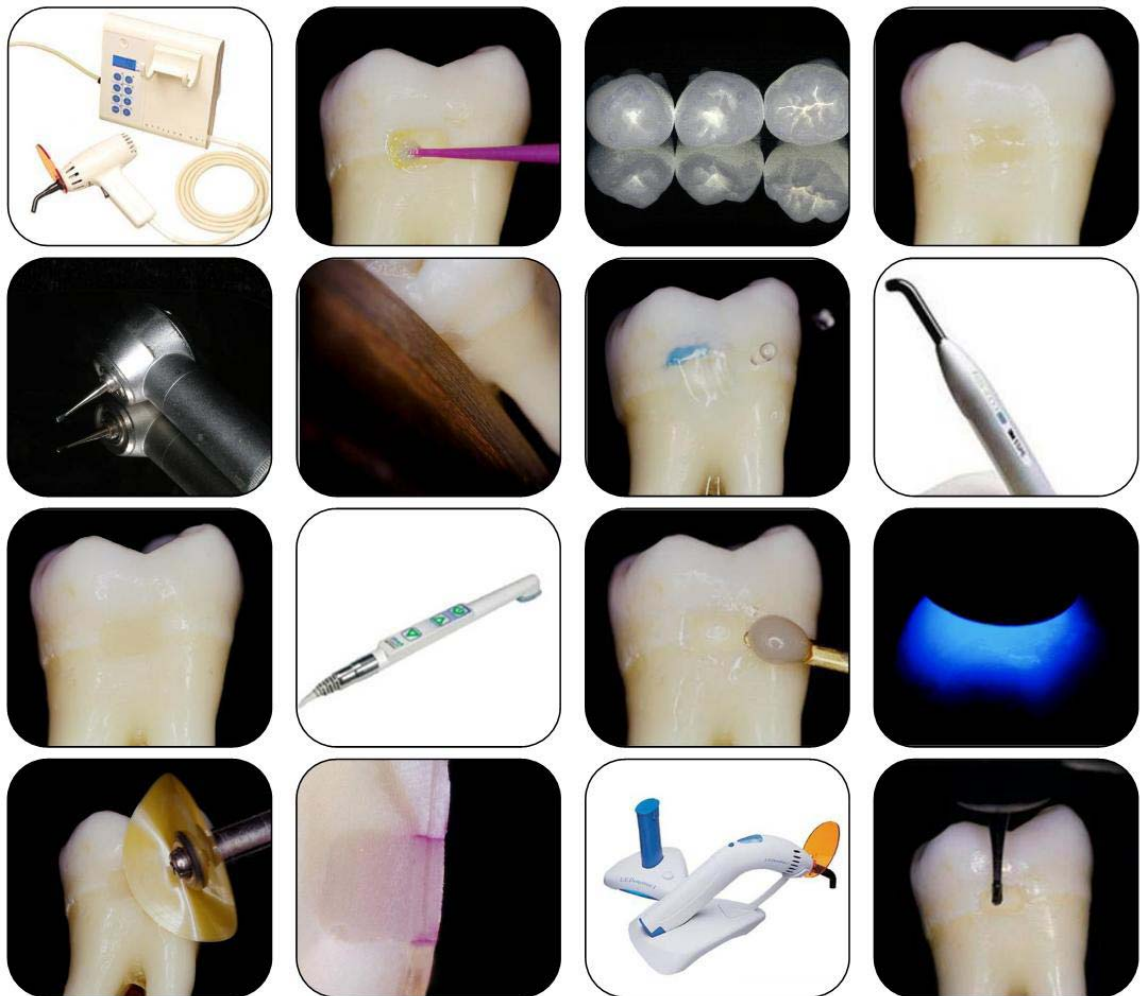


Gráfico 3 - Frequência dos escores de microinfiltração comparando as margens em esmalte e dentina.

Tabela 6 - Comparação entre os grupos estudados através do teste de Wilcoxon comparando as margens em esmalte e dentina.

Grupo	N	Soma de Postos	Esperado sobre $H_0$	Desvio Padrão sobre $H_0$	Média de Postos	Estatística Qui-quadrado	Valor de p	Resultado
ESMALTE	40	1660,0	1620,0	54,0	41,50	1660,0	0,4667	Não Rejeita $H_0$
DENTINA	40	1580,0	1620,0	54,0	39,50			

A comparação estatística a partir do teste de Wilcoxon apresentou um valor de 1660,0 para o qui-quadrado, com valor de  $p$  igual a 0,4667, demonstrando que a hipótese de igualdade entre os grupos foi aceita.



*Discussão*

## 6 DISCUSSÃO

Neste estudo foram testadas 3 unidades de fotoativação que utilizam diodos emissores de luz (Leds) para a fotopolimerização de uma resina composta em restaurações de Classe V. O seu desempenho foi comparado a uma unidade de fotoativação convencional que utiliza lâmpada halógena. A avaliação da eficiência da polimerização obtida com estas unidades foi realizada dentro dos mesmos parâmetros, através do teste de microinfiltração.

O teste de microinfiltração é o método, *in vitro*, mais empregado para a avaliação do selamento marginal de procedimentos restauradores e, apesar de pequenas diferenças metodológicas, este teste possui critérios bem definidos na literatura (KIDD, 1976; DÉJOU; SINDRES; CAMPS, 1996; ALANI; TOH, 1997; RASKIN et al., 2001; CAMARGO et al., 2003). Desta maneira, o desenho experimental desta pesquisa foi baseado em metodologias bem estabelecidas e em referências pertinentes.

A microinfiltração marginal é uma das maiores desvantagens apresentadas pelas restaurações com resinas compostas e corresponde à passagem de fluidos bucais e bactérias através da interface dente-restauração e pode resultar na descoloração marginal, sensibilidade pós-operatória e cáries secundárias, diminuindo a longevidade do procedimento restaurador. Esta deficiência ocorre devido a muitos fatores como a forma e tamanho das cavidades e a ausência de uma união efetiva entre a resina composta e a estrutura dentária, tornando as limitações deste material, como a contração de polimerização, mais evidentes. A contração de polimerização gera tensões na interface entre o material restaurador e a estrutura dentária, levando a formação de fendas marginais que predispõe o conjunto restaurador a microinfiltração. Desta maneira, o estresse gerado pela contração de polimerização influencia



diretamente a adaptação, a integridade e o selamento marginal das restaurações adesivas. Quando um incremento de resina composta é inserido em uma cavidade, ele se une às paredes do preparo através do sistema adesivo e, durante a sua fotopolimerização, se estabelece uma competição entre a força gerada pela contração e a resistência de união à estrutura dental. Se o estresse de contração for maior que a força de união entre a resina e o sistema adesivo, a interface pode se romper, dando origem a uma fenda marginal que precede a microinfiltração (DAVIDSON; DE GEE; FEILZER, 1984).

A contração de polimerização se relaciona diretamente com as unidades e as técnicas de fotoativação utilizadas, e estas, se constituem em um fator de fundamental importância na capacidade de selamento marginal de restaurações adesivas diretas (BRACKETT; HAISCH; COVEY, 2000; LOPES et al., 2001; BARROS et al., 2003). Assim, a comparação do selamento marginal em restaurações de resina composta fotopolimerizadas com unidades convencionais ou à base de Leds torna-se pertinente.

Vários outros estudos pesquisaram a fotopolimerização com as unidades à base de Leds através de testes de profundidade de cura (FUJIBAYASHI; ISHIMARU; KOHNO, 1996; FUJIBAYASHI et al., 1998; MILLS; JANDT, 1998; MILLS; JANDT; ASHWORTH, 1999; JANDT et al., 2000; MILLS et al., 2002; ASMUSSEN; PEUTZFELDT, 2003; UHL; MILLS; JANDT, 2003a), dureza (FUJIBAYASHI; ISHIMARU; KOHNO, 1996; WHITTERS; GIRKIN; CAREY, 1999; KURACHI et al., 2001; DUNN; BUSH, 2002; LEONARD et al., 2002; UHL et al., 2002; UHL; MILLS; JANDT, 2003a; UHL; MILLS; JANDT, 2003b; SOH; YAP; SIOW, 2003); grau de conversão (FUJIBAYASHI et al., 1998; KNEZEVIC et al., 2001; TARLE et al., 2002; YOON et al., 2002; ASMUSSEN; PEUTZFELDT, 2003), propriedades flexurais (STAHL et al., 2000; ASMUSSEN;

PEUTZFELDT, 2003), resistência à compressão (JANDT et al., 2000; MILLS et al., 2002), aumento da temperatura (KNEZEVIC et al., 2001; TARLE et al., 2002; UHL; MILLS; JANDT, 2003b), intensidade de luz (MEYER; ERNST; WILLERSHAUSEN, 2002), resistência ao cisalhamento (DUNN; TALOUMIS, 2002), contração de polimerização (ASMUSSEN; PEUTZFELDT, 2003), integridade marginal (HOFMANN et al., 2003) e microinfiltração (HARADA; CAPUTO; MITO, 2002; LOPES et al., 2002). Neste sentido, o presente trabalho complementa a literatura existente.

Com base nos resultados e na análise estatística através do teste de *Kruskal-Wallis*, não foram observadas diferenças significativas com relação ao selamento marginal e a microinfiltração, entre as unidades de ativação que utilizam diodos emissores de luz (Leds) e a unidade de fotoativação convencional de luz halógena, confirmando desta maneira a hipótese testada. Os valores estatísticos demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos testados, tanto para as margens localizadas em esmalte como para as margens localizadas em dentina (TAB. 1 a 4). Da mesma maneira, não foram observadas diferenças estatísticas através do teste de Wilcoxon, entre as margens de esmalte e dentina (TAB. 5 e 6). Ou seja, nas condições laboratoriais deste estudo, a variável (unidade de fotoativação), não foi capaz de exercer influência significativa nos níveis de infiltração marginal.

Apesar de 2 unidades à base de Leds testadas neste trabalho possuírem uma intensidade de emissão de luz mais baixa quando comparadas à intensidade de emissão da unidade convencional de luz halógena (QUADRO 1), não foram observadas diferenças estatísticas com relação ao selamento marginal, independente da unidade de fotoativação utilizada. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que as unidades de fotoativação que

utilizam diodos emissores de luz azul (Leds) emitem luz dentro de um intervalo de comprimento de onda adequado para a excitação da canforoquinona (470nm com variação de mais ou menos 20 nm), coincidindo com o pico máximo de absorção da canforoquinona. Desta forma, enquanto as lâmpadas halógenas emitem uma grande quantidade de luz em comprimentos de onda que não contribuem para a polimerização, a luz emitida pelas unidades à base de Leds é quase totalmente aproveitada no processo de polimerização, justificando assim a sua possibilidade de utilização, ainda que emitam intensidades de luz inferiores às unidades convencionais, uma vez que se verifica uma maior seletividade espectral para a ativação da canforoquinona (MILLS; JANDT; ASHWORTH, 1999; JANDT et al., 2000; STAHL et al., 2000; KURACHI et al., 2001; DUNN; BUSH, 2002; RASTELLI, 2002; ASMUSSEN; PEUTZFELDT, 2003).

Apesar de pequenas diferenças metodológicas, os resultados encontrados neste trabalho são similares a outros recentes estudos que também demonstraram que a variação da unidade de fotoativação (halógena ou Leds), não interfere no grau de microinfiltração em restaurações de resina composta (HARADA; CAPUTO; MITO, 2002; LOPES et al., 2002). Da mesma maneira, os resultados encontrados são similares a vários outros estudos que avaliaram diversas propriedades e que demonstraram que a qualidade da fotoativação das resinas compostas através da utilização das unidades à base de Leds é tão ou mais eficaz do que a fotoativação através das unidades convencionais que utilizam lâmpadas halógenas (FUJIBAYASHI; ISHIMARU; KOHNO, 1996; FUJIBAYASHI et al., 1998; MILLS; JANDT, 1998; WHITTERS; GIRKIN; CAREY, 1999; MILLS; JANDT; ASHWORTH, 1999; JANDT et al., 2000; STAHL et al., 2000; UHL et al., 2002; TARLE et al., 2002; DUNN; TALOUMIS, 2002; YOON et al., 2002; ASMUSSEN; PEUTZFELDT, 2003; HOFMANN et al., 2003; UHL; MILLS; JANDT, 2003a; SOH; YAP; SIOW, 2003).

Com relação à metodologia, a utilização de cavidades de Classe V em forma de caixa, restauradas em um único incremento foi intencional. O alto fator de configuração das cavidades de Classe V em forma de caixa associado à inserção em incremento único desenvolve altos níveis de tensão na interface entre o material restaurador e a estrutura dentária (FEILZER; DE GEE; DAVIDSON, 1987), tornando o fenômeno da contração de polimerização mais evidente e propiciando um imenso desafio ao procedimento restaurador (CAMARGO et al., 2003; SINHORETI et al., 2003). Com o mesmo objetivo, as restaurações foram posteriormente submetidas ao estresse térmico, através da termociclagem. A escolha pelos 1000 ciclos realizados nesta pesquisa foi no sentido de extrapolar a indicação mínima de 250 ciclos recomendados pela norma ISO TR 11405, e na afirmação de que as diferenças de temperatura, durante o teste de termociclagem, podem aumentar as falhas marginais formadas durante a polimerização, principalmente em restaurações não polimerizadas adequadamente (BRACKETT; HAISCH; COVEY, 2000; BARROS et al., 2003).

A adaptação e o selamento marginal das restaurações de resina composta são determinados pela interação entre o estresse gerado pela contração de polimerização e a eficácia do sistema adesivo. Quando a adesão estabelecida à estrutura dental contém a contração de polimerização, a formação de falhas marginais e conseqüentemente a microinfiltração é prevenida. Pelos resultados encontrados, sugere-se que o estabelecimento adequado da adesão entre a resina composta e a estrutura dentária, mesmo em condições adversas, foi capaz de conter o estresse gerado pela contração de polimerização, se constituindo assim em um fator mais importante com relação ao selamento marginal do que variações criadas pela utilização de diferentes unidades de fotoativação. Uma vez que a variação da unidade de ativação não influenciou o selamento marginal, o baixo nível dos

índices de microinfiltração obtidos neste trabalho poderia também ser justificado pela eficiência do sistema adesivo utilizado.

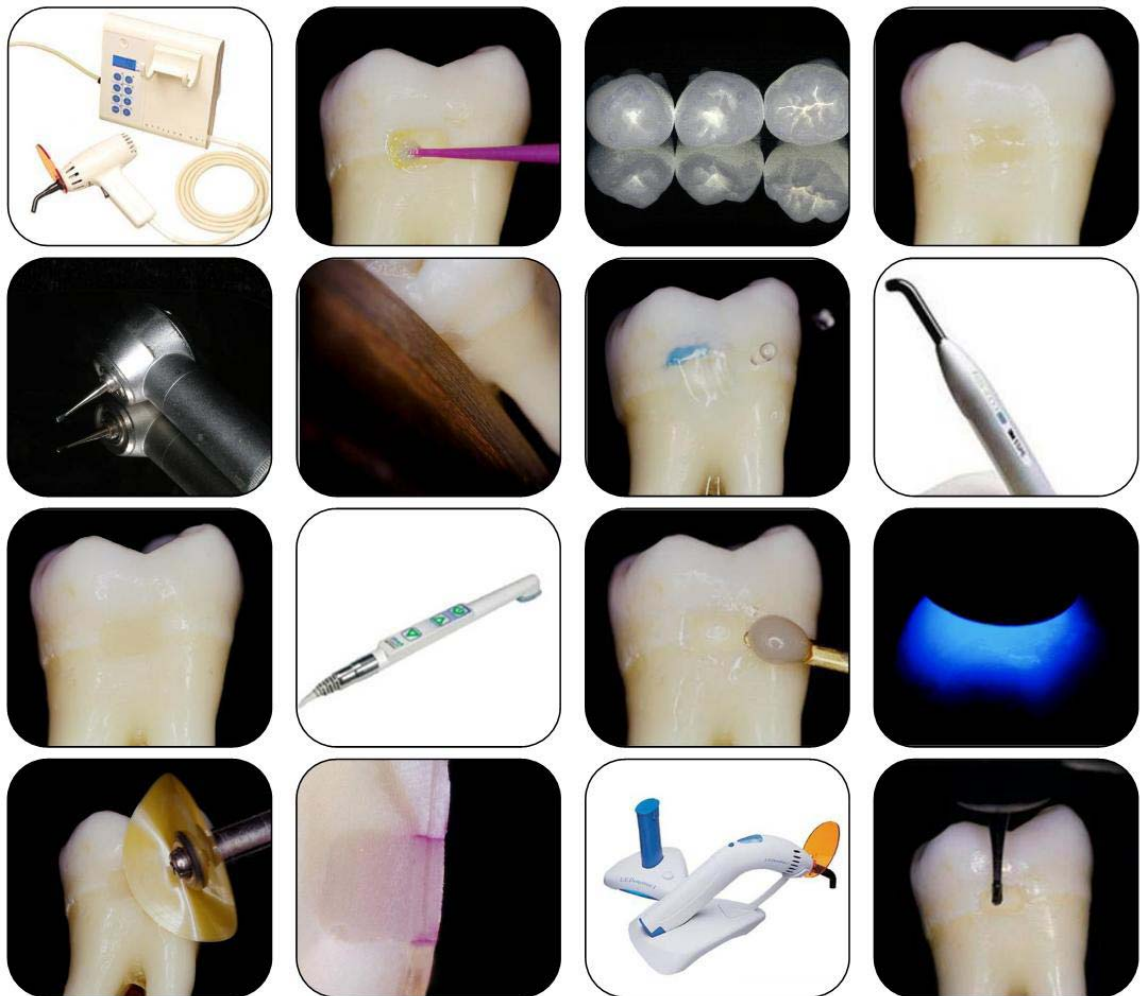
A velocidade com que ocorre a reação de polimerização é considerada um fator importante na determinação dos estresses de contração e do selamento marginal (KINOMOTO et al., 1999). Assim, uma possibilidade aventada foi a de que, como as unidades que utilizam Leds emitem uma quantidade de luz no comprimento de onda de 470nm muito maior do que as unidades convencionais que utilizam lâmpadas halógenas, a resina composta poderia polimerizar de maneira mais rápida e abrupta, sofrendo maior contração de polimerização e conseqüentemente apresentaria maiores graus de microinfiltração. Entretanto, como não ocorreram diferenças estatísticas entre o grupo controle (unidade convencional) e os grupos 2, 3 e 4 (unidades de Leds) com relação ao selamento marginal, esta possibilidade não foi apoiada.

Ainda poderia se especular que os baixos valores de infiltração marginal encontrados neste trabalho poderiam estar relacionados a um baixo grau de conversão das restaurações e conseqüentemente a uma maior concentração de monômeros residuais e a uma diminuição da dureza (AMARAL et al., 2002b; ASMUSSEN; PEUTZFELDT, 2003; ERNST et al., 2003). Entretanto, um projeto piloto conduzido neste laboratório, pelo próprio autor, comparando a microdureza obtida através da utilização de unidades de fotoativação à base de Leds e uma unidade convencional que utiliza lâmpada halógena, demonstrou que as unidades à base de Leds resultaram em valores de microdureza significativamente maiores que a unidade convencional (SENSI et al., 2003), não apoiando esta possibilidade.

Esta pesquisa limitou-se a utilizar apenas um tipo e cor de resina composta, pois, o objetivo não foi a comparação de diferentes materiais, e sim a investigação da influência de diferentes unidades de fotoativação na microinfiltração. Talvez a utilização de outros tipos ou cores de resina composta possa levar a diferentes resultados com relação ao selamento marginal em restaurações de cavidades de Classe V.

As primeiras unidades que utilizavam diodos emissores de luz foram consideradas relativamente inadequadas, devido a sua intensidade de emissão de luz muito pequena. Contudo, as unidades à base de Leds introduzidas recentemente alcançaram um potencial de polimerização apropriado para aplicação clínica, como descrito por Mills et al. (2002) e confirmado pelos resultados encontrados no presente trabalho.

De um ponto de vista clínico, como as unidades que utilizam Leds para a fotoativação das resinas compostas não diferem substancialmente das unidades convencionais, as vantagens de sua utilização recaem sobre o fato destas possuírem um tempo de vida útil indeterminado, não diminuírem a intensidade de emissão com o tempo, causarem menos aquecimento das estruturas dentárias envolvidas, serem mais leves, portáteis e mais silenciosas, tornando desta maneira a sua indicação de uso apropriada e se estabelecendo definitivamente como uma alternativa viável às unidades convencionais para a fotoativação.

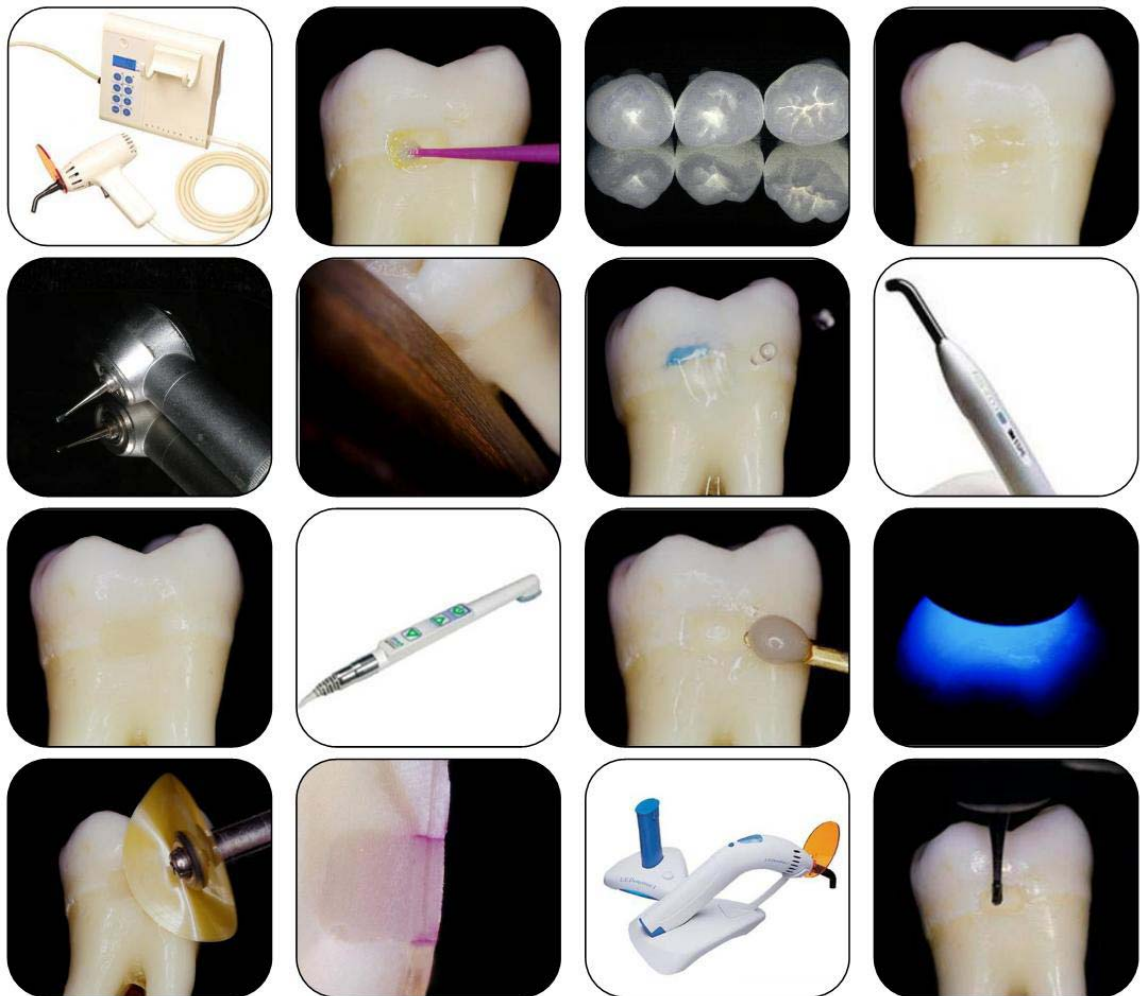


*Conclusão*

## **7 CONCLUSÃO**

Dentro dos limites e condições experimentais deste estudo, com base nos resultados encontrados, pode-se concluir que o selamento marginal em restaurações de Classe V com resinas compostas não foi influenciado pela fotopolimerização com unidades que utilizam lâmpadas halógenas ou diodos emissores de luz (Leds).





*Referências*

## REFERÊNCIAS<sup>2</sup>

AGUIAR, F.H.; AJUDARTE, K.F.; LOVADINO, J.R. Effect of light curing modes and filling techniques on microleakage of posterior resin composite restorations. **Oper. Dent.**, Seattle, v.27, n.6, p.557-562, Nov./Dec. 2002.

ALANI, A.H.; TOH, C.G. Detection of microleakage around dental restorations: a review. **Oper. Dent.**, Seattle, v.22, n.4, p.173-185, July/Aug. 1997.

AMARAL, C.M. et al. Effect of techniques of composite resin insertion and polymerization on microleakage and microhardness. **Pesqui. Odontol. Bras.**, São Paulo, v.16, n.3, p.257-262, July/Sept. 2002a.

AMARAL, C.M. et al. Influence of resin composite polymerization techniques on microleakage and microhardness. **Quintessence Int.**, Berlin, v.33, n.9, p.685-689, Oct. 2002b.

ASMUSSEN, E.; PEUTZFELDT, A. Light-emitting diode curing: influence on selected properties of resin composites. **Quintessence Int.**, Berlin, v.34, n.1, p.71-75, Jan. 2003.

BARGHI, N.; BERRY, T.; HATTON, C. Evaluating intensity output of curing lights in private dental offices. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.125, n.7, p.992-996, July 1994.

BARROS, G.K.P. et al. Effect of different intensity light curing modes on microleakage of two resin composite restorations. **Oper. Dent.**, Seattle, v.28, n.5, p.642-646, Sept./Oct. 2003.

BASSIOUNY, M.A.; GRANT, A.A. A visible light cured composite restorative material. **Br. Dent. J.**, London, v.145, n.11, p.327-330, Dec. 1978.

BIRDSELL, D.C.; BANNON, P.J.; WEBB, R.B. Harmful effects of near-ultraviolet radiation used for polymerization of a sealant and a composite resin. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.92, n.2, p.311-314, Feb. 1977.

BRACKETT, W.W.; HAISCH, L.D.; COVEY, D.A. Effect of plasma arc curing on the microleakage of class V resin-based composite restorations. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.13, n.3, p.121-122, June 2000.

CAMARGO, D.A.A. et al. Influence of varying light intensity on microleakage of Class II restorations. **Braz. Dent. Sci.**, São José dos Campos, v.6, n.1, p.11-17, Jan./Mar. 2003.

<sup>2</sup> Baseada na norma NBR 6023: 2002 da ABNT.

CAUGHMAN, W.F.; RUEGGERBERG, F.A.; CURTIS, J.W. Clinical guidelines for photocuring restorative resins. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.126, n.9, p.1280-1286, Sept. 1995.

CAVALCANTE, L.M. et al. Influence of polymerization technique on microleakage and microhardness of resin composite restorations. **Oper. Dent.**, Seattle, v.28, n.2, p.200-206, Mar./Apr. 2003.

COOK, W.D. Spectral distributions of dental photopolymerization sources. **J. Dent. Res.**, Washington, v.61, n.12, p.1436-1438, Dec. 1982.

DAVIDSON, C.L.; DE GEE, A.J.; FEILZER, A. The competition between the composite dentin bond strength and the polymerization contraction stress. **J. Dent. Res.**, Washington, v.63, n.12, p.1396-1399, Dec. 1984.

DEJOU, J.; SINDRES, V.; CAMPS, J. Influence of criteria on the results of in vitro evaluation of microleakage. **Dent. Mater.**, Washington, v.12, n.6, p.342-349, Nov. 1996.

DUNN, W.J.; BUSH, A.C. A comparison of polymerization by light-emitting diode and halogen-based light-curing units. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.133, n.3, p.335-341, Mar. 2002.

DUNN, W.J.; TALOUMIS, L.J. Polymerization of orthodontic resin cement with light-emitting diode curing units. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v.122, n.3, p.236-241, Sept. 2002.

ERNST, C.P. et al. Reduction of polymerization shrinkage stress and marginal microleakage using soft-start polymerization. **J. Esthet. Restor. Dent.**, Hamilton, v.15, n.2, p.93-103, 2003.

FAN, P.L. et al. Irradiance of visible light-curing units and voltage variation effects. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.115, n.3, p.442-445, Sept. 1987.

FEILZER, A.J.; DE GEE, A.J.; DAVIDSON, C.L. Setting stress in composite resin in relation to configuration of restoration. **J. Dent. Res.**, Washington, v.66, n.11, p.1636-1639, Nov. 1987.

FLEMING, M.G.; MAILLET, W.A. Photopolymerization of composite resin using the argon laser. **J. Can. Dent. Assoc.**, Ottawa, v.65, n.8, p.447-450, Sept. 1999.

FRIEDL, K.H. et al. Marginal adaption of Class V restorations with and without "softstart-polymerization". **Oper. Dent.**, Seattle, v.25, n.1, p.26-32, Jan./Feb. 2000.

FRIEDMAN, J. Variability of lamp characteristics in dental curing lights. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, v.1, n.6, p.189-190, Nov./Dec. 1989.

FRIEDMAN, J. Care and maintenance of dental curing lights. **Dent. Today**, Fairfield, v.10, n.1, p.40-41, Feb. 1991.

FUJIBAYASHI, K.; ISHIMARU, K.; KOHNO, A. A study on light activation units using blue light emitting diodes. **J. Jpn. Dent. Pres. Acad.**, Tokyo, v.39, n.1, p.180-188, Jan. 1996.

FUJIBAYASHI, K. et al. Newly developed curing unit using blue light-emitting diodes. **Dent. Jpn.**, Tokyo, v.34, n.3, p.49-53, Mar. 1998.

HARADA, K.M.; CAPUTO, A.A.; MITO, R. Effect of Light Emitting Diode Curing on Composite Resin Microleakage. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 81, p.A86, Mar. 2002.

HOFMANN, N. et al. Influence of curing methods and materials on the marginal seal of class V composite restorations in vitro. **Oper. Dent.**, Seattle, v.28, n.2, p.160-167, Mar./Apr. 2003.

INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION. Guidance on testing of adhesion to tooth structure. **ISO/TC/106/SC 1 N236**. Resolution 6 1. - CDTR 11405. 1994.

JANDT, K.D. et al. Depth of cure and compressive strength of dental composites cured with blue light emitting diodes (Leds). **Dent. Mater.**, Washington, v.16, n.1, p.41-47, Jan. 2000.

KIDD, E.A. Microleakage: a review. **J. Dent.**, Guildford, v.4, n.5, p.199-206, Sept. 1976.

KINOMOTO, Y. et al. Comparison of polymerization contraction stresses between self and light curing composites. **J. Dent.**, Guildford, v.27, n.5, p.383-389, July 1999.

KNEZEVIC, A. et al. Degree of conversion and temperature rise during polymerization of composite resin samples with blue diodes. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.28, n.6, p.586-591, June 2001.

KURACHI, C. et al. Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED-based devices. **Dent. Mater.**, Washington, v.17, n.4, p.309-315, July 2001.

LEE, H.L.; ORLOWSKI, J.A.; ROGERS, B.J. A comparison of ultra violet curing and self curing polymers in preventive, restorative and orthodontic dentistry. **Int. Dent. J.**, Suffolk, v.26, n.2, p.134-151, June 1976.

LEONARD, D.L. et al. Polymerization efficiency of LED curing lights. **J. Esthet. Restor. Dent.**, Hamilton, v. 14, n.5, p.286-295, 2002.

LOPES, G.C. et al. Efeito do tempo e da intensidade de luz na microinfiltração de restaurações de resina composta. **J. Bras. Odont. Clin.**, Curitiba, v.5, n.25, p.11-14, jan./fev. 2001.

LOPES, G.C. et al. Microinfiltração de restaurações de resina composta polimerizadas com diferentes unidades fotopolimerizadoras. **Pesqui. Odontol. Bras.**, São Paulo, v.16, p.244, 2002. Resumo.

MEYER, G.R.; ERNST, C.P.; WILLERSHAUSEN, B. Decrease in power output of new light-emitting diode (LED) curing devices with increasing distance to filling surface. **J. Adhes. Dent.**, Berlin, v.4, n.3, p.197-204, Fall 2002.

MILLS, R.W. Blue light emitting diodes-another method of light curing? **Br. Dent. J.**, London, v.178, n.5, p.169, Mar. 1995.

MILLS, R.W.; JANDT, K.D. Blue leds for curing polymer based dental filling materials. **LEOS**, Piscataway, v.12, n.3, p.9-10, June 1998.

MILLS, R.W.; JANDT, K.D. ASHWORTH, S.H. Dental composite depth of cure with halogen and blue light emitting diode technology. **Br. Dent. J.**, London, v.186, n.8, p.388-391, Apr. 1999.

MILLS, R.W. et al. High power light emitting diode (LED) arrays versus halogen light polymerization of oral biomaterials: Barcol hardness, compressive strength and radiometric properties. **Biomaterials**, Oxford, v.23, n.14, p.2955-2963, July 2002.

MIYAZAKI, M. et al. Evaluation of curing units used in private dental offices. **Oper. Dent.**, Seattle, v.23, n.2, p.50-54, Mar./Apr. 1998.

MUANGMINGSUK, A.; SENAWONGSE, P.; YUDHASARAPRASITHI, S. Influence of different softstart polymerization techniques on marginal adaptation of Class V restorations. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.16, n.2, p.117-119, Apr. 2003.

NAKAMURA, S.; MUKAI, T.; SENOH, M. Candela-class high brightness InGaN/AlGaIn double-heterostructure blue-light-emitting diodes. **Appl. Phys. Lett.**, Melville, v.64, p.1687-1689, 1994.

NOMOTO, R. Effect of light wavelenght on polymerization of light-cured resins. **Dent. Mat. J.**, Tokyo, v.16, n.1, p.60-73, June 1997.

POLLACK, B.F.; LEWIS, A. L. Visible light resin-curing generators : a comparison. **Gen. Dent.**, Chicago, v.29, n.6, p.488-493, Nov./Dec. 1981.

RASKIN, A. et al. Reliability of in vitro microleakage tests: a literature review. **J. Adhes. Dent.**, Berlin, v.3, n.4, p.295-308, Winter 2001.

RASTELLI, A. N. S. **Avaliação da profundidade de polimerização de uma resina composta, pela técnica trans-dental, utilizando-se tres diferentes fontes de luz: halógena, laser de argonio e Leds.** 2002. 186f. Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara.

RUEGGEBERG, F.A.; CAUGHMAN, W.F.; CURTIS, J.W.Jr. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. **Oper. Dent.**, Seattle, v.19, n.1, p.26-32, Jan./Feb. 1994.

RUEGGEBERG, F. Contemporary issues in photocuring. **Compend. Contin. Educ. Dent.**, Jamesburg, v.20, p.S4-15, Nov. 1999. Supplement.

SENSI, L.G. et al. Light curing unit/distance of activation influence on composite microhardness. **J. Dent. Res.**, Washington, 2003. No prelo.

SHORTALL, A.; HARRINGTON, E. Guidelines for the selection, use, and maintenance of visible light activation units. **Br. Dent. J.**, London, v.181, n.10, p.383-387, Nov. 1996.

SINHORETI, M.A.C. et al. Efeito dos métodos de fotoativação sobre a infiltração marginal de restaurações Classe V com compósitos odontológicos. **Cienc. Odontol. Brás.**, São José dos Campos, v.6, n.2, p.35-40, abr./jun. 2003.

SOH, M. S.; YAP, A. U.; SIOW, K. S. Effectiveness of composite cure associated with different curing modes of LED lights. **Oper. Dent.**, Seattle, v.28, n.4, p.371-377, July/Aug. 2003.

STAHL, F. et al. Light emitting diode (LED) polymerization of dental composites: flexural properties and polymerisation potential. **Biomaterials**, Oxford, v.21, n.13, p.1379-1385, July 2000.

STRASSLER, H. Checking the reliability of your curing light. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, v.4, n. 3, p.102-104, May/June 1992.

TAIRA, M. et al. Analysis of photo-initiators in visible light cured dental composite resins. **J. Dent. Res.**, Washington, v.67, n.1, p.24-28, Jan. 1988.

TAKAMIZU, M. et al. Efficacy of visible-light generators with changes in voltage. **Oper. Dent.**, Seattle, v.13, n.4, p.173-180, Autumn 1988.

TARLE, Z. et al. Composite conversion and temperature rise using a conventional, plasma arc, and an experimental blue LED curing unit. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.29, n.7, p.662-667, July 2002.

TAYLOR, M.J.; LYNCH, E. Microleakage. **J. Dent.**, Guildford, v.20, n.1, p.3-10, Feb. 1992.

UHL, A. et al. Knoop hardness depth profiles and compressive strength of selected dental composites polymerized with halogen and LED light curing technologies. **J. Biomed. Mater. Res.**, New York, v.63, n.6, p.729-738, 2002.

UHL, A.; MILLS, R.W.; JANDT, K.D. Photoinitiator dependent composite depth of cure and Knoop hardness with halogen and LED light curing units. **Biomaterials**, Oxford, v.24, n. 10, p. 1787-1795, May 2003a.

UHL, A.; MILLS, R.W.; JANDT, K.D. Polymerization and light-induced heat of dental composites cured with LED and halogen technology. **Biomaterials**, Oxford, v.24, n.10, p.1809-1820, May 2003b.

WHITTERS, C.J.; GIRKIN, J.M.; CAREY, J.J. Curing of dental composites by use of InGaN light-emitting diodes. **Optics Letters.**, Washington, v.24, n.1, p.67-68, 1999.

YOON, T.H. et al. Degree of polymerization of resin composites by different light sources. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.29, n.12, p.1165-1173, Dec. 2002.